

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut Dopravy

Dynamické charakteristiky vybraného vozidla

Dynamic Characteristics of Selected Vehicle

Student:

Jiří Galvas

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Galvas**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: **Dynamické charakteristiky vybraného vozidla**
Dynamic Characteristics of Selected Vehicle

Zásady pro vypracování:

Osnova:

1. Úvod
2. Charakteristika a vlastnosti vybraného vozidla
3. Teoretické výpočty dynamických vlastností
4. Návrh a provedení experimentálních měření
5. Vyhodnocení a porovnání výsledků
7. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Matějka, R. Vozidla silniční dopravy I, Bratislava: ALFA Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7
Matějka, R. Vozidla silniční dopravy II, Bratislava: ALFA Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7
Svoboda, J. Teorie dopravních prostředků, Praha: ČVUT Praha, 2000, ISBN 80-01-01613-7

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Richtář**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu této Bakalářské práce Ing. Michalu Richtáři, který mě vždy dokázal nasměrovat tím správným směrem a poskytnout mi cenné rady a odborný úsudek. Také bych rád chtěl poděkovat svému otci Ing. Miroslavu Galvasovi, který mě poskytl své vozidlo pro měření v této bakalářské práci. Poděkoval bych také své matce Ivetě Galvasové, která mě vždy správně motivovala a poskytla mi drahocenné rady nejen při psaní práce.

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 18. 5. 2012

.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Jiří Galvas

Adresa trvalého pobytu autora práce: Werichova 23, 779 00 Olomouc

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

GALVAS, J. *Dynamické charakteristiky vybraného vozidla: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 67 s. Vedoucí práce: Ing. Richtář, M.

V této práci se zabývám dynamickými charakteristikami vybraného vozidla. V první části této práce budu vybírat vhodné vozidlo, ke kterému následně vypočítám jeho dynamické charakteristiky. Následně poté pro zjištění skutečné dynamické charakteristiky změřím vybrané vozidlo na válcové zkušebně Maha LPS 2000. Vypočtené charakteristiky následně zhodnotím s charakteristikami a parametry vybraného vozidla, které udává výrobce vybraného vozu a které zjistím měřením na válcové zkušebně Maha LPS 2000.

ANNOTATION OF THESIS

GALVAS, J. *Dynamic Characteristics of Selected Vehicle : Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2012, 67 p. Thesis head: Richář, M.

In this work I deal with the dynamic characteristics of the selected vehicle. In the first part of this work I choose the appropriate vehicle to which I subsequently calculate its dynamic characteristics. Thereafter, to determine the actual dynamic characteristics of the selected vehicle I am going to measure it at the roller testing bench Maha type LPS 2000. Calculated characteristics will be then appraised with the characteristics and parameters of the selected vehicle, which are determined by the vehicle manufacturer and find out the measurements on roller testing bench Maha type LPS 2000.

Obsah

	strana
0 Úvod.....	11
1 Charakteristika a vlastnosti vybraného vozidla	12
1.1 Výběr vozidla.....	12
1.1.1 Jednotlivá kritéria výběru	12
1.1.2 Přehled vozidel na výběr.....	12
1.1.3 Tabulkové zhodnocení vozidel	13
1.1.4 Vybrané vozidlo.....	14
1.2 Představení vozu Škoda Felicia	14
1.2.1 Karoserie.....	16
1.2.2 Nápravy.....	16
1.2.3 Pohonné jednotky	17
1.2.3.1 Zážehové motory	17
1.2.3.2 Vznětové motory	18
1.2.4 Spojka	18
1.2.5 Převodovka	18
1.2.6 Brzdy.....	19
1.3 Vybraný vůz.....	19
1.3.1 Průběh výkonu motoru.....	21
1.3.2 Průběh točivého momentu motoru.....	21
1.3.3 Identifikace převodovky	22
1.3.4 Rozměry pneumatik	23
2 Teoretické výpočty dynamických vlastností.....	25
2.1 Výpočty dynamických vlastností.....	25
2.1.1 Experimentální zjištění čelní plochy vozu S_x	25

2.1.2	Poloměr valení r_k	26
2.1.3	Odpor vzduchu O_v	27
2.1.4	Odpor valení O_f	27
2.1.5	Síla působící proti pohybu vozidla F_{pp}	29
2.1.6	Potřebný výkon na kolech P_k	30
2.1.7	Potřebný výkon motoru P_m	30
2.1.8	Maximální dosažitelná rychlost v_{max}	32
2.1.9	Hnací síla F_k	33
2.1.10	Součinitel vlivu rotujících hmot δ	34
2.1.11	Zrychlení vozidla a	35
2.2	Grafy	36
2.2.1	Průběh hnací síly F_k	36
2.2.2	Průběh otáček motoru n_{SM} – Pilový diagram.....	37
2.2.3	Průběh stoupavosti vozidla	38
3	Měření výkonu motoru	40
3.1	Metody přímé.....	40
3.1.1	Válcová brzda	40
3.1.2	Motorová brzda.....	40
3.1.3	Snímání spalovacího tlaku ve válci	41
3.1.4	Snímání točivého momentu	41
3.2	Metody nepřímé.....	41
3.2.1	Vypínání válců.....	41
3.2.2	Dynamická zkouška.....	41
3.3	Válcová zkušebna MAHA LPS 2000	42
3.4	Příprava před měřením.....	44
3.4.1	Kontrola vozu	44

3.4.2	Ustavení vozu na zkušebně	44
3.4.3	Zjištění fyzikálních veličin	45
3.4.4	Korekce měření	45
3.5	Měření vozidla	46
4	Vyhodnocení a porovnání výsledků	48
4.1	Vyhodnocení naměřeného točivého momentu	48
4.2	Vyhodnocení naměřeného výkonu motoru	48
4.3	Graf kontroly tachometru	49
4.4	Porovnání točivého momentu motoru	50
4.5	Porovnání výkonu motoru	51
5	Závěr	53
6	Seznam literatury	54
7	Seznam příloh	56
7.1	PŘÍLOHA A – výpočty jízdních odporů a výkonu motoru	56
7.2	PŘÍLOHA B – výpočty parametrů vozu dle rychlostních stupňů	60
7.3	PŘÍLOHA C – protokoly z měření na zkušebně Maha	62
7.3.1	Měření č. 1	62
7.3.2	Měření č. 2	63
7.3.3	Měření č. 3	64
7.3.4	Měření č. 4	65
7.3.5	Měření č. 5	66
7.3.6	Kontrola tachometru	67

Seznam použitých symbolů a zkratek

MPI	(Multi-Point Injection) systém vícebodového vstřikování
BMM	(Bosch Mono Motronic) systém jednobodového vstřikování
c_x	Součinitel odporu vzduchu karoserie
S_x	Čelní plocha vozu
ABS	(Anti-block systém) protiblokovací systém brzd
EDS	(Elektronische Differential sperre) elektronická uzávěrka diferenciálu
EURO2	Emisní norma výfukových plynů
OHV	(Over Head Valve) vačková hřídel uložená v bloku motoru
OHC	(Over Head Camshaft) vačková hřídel uložená v hlavě válců
VW	Zkratka automobilky Volkswagen
ISO	(International Organisation for Standardization) zkratka mezinárodní organizace pro normalizaci
ČR	Česká Republika
RS	Označení sportovních modelů vozu Škoda
TDCI	(Turbo Diesel Common-rail Injection) značení naftových motorů Ford se systémem vstřikování Common-rail
HTP	(High Torque Performance) motory Škoda s vysokým točivým momentem a plochou křivkou jeho průběhu
O_v	Odpor vzduchu
f	Součinitel odporu valení pneumatiky
O_f	Odpor valivý
F_{pp}	Síla působící proti pohybu
P_k	Potřebný výkon na kole
P_m	Potřebný výkon motoru

0 Úvod

Úkolem této bakalářské práce je porovnat dynamické charakteristiky vybraného vozidla. V první části práce vybírám vhodné vozidlo u kterého budu dynamické charakteristiky zkoumat a porovnávat. Po výběru vhodného vozidla bude následovat několik informací o vozidle a jeho představení a následně pak několik základních technických parametrů. Dále bude následovat zjišťování přesných parametrů zkoumáním vozidla a jejich následné seřazení.

Druhá část práce je zaměřena na výpočty jednotlivých dynamických parametrů. Zde provedu také experimentální zjištění čelní plochy vozu S_x , kterou budu potřebovat k výpočtu odporu vzduchu, který na vozidlo při jeho pohybu působí. Po dokončení všech potřebných výpočtů bude následovat samotná zkouška vozidla. Zkouška vozidla bude probíhat na výkonové válcové zkušebně MAHA LPS 2000, kde budu zjišťovat průběhy výkonu a točivého momentu potřebné k porovnávání v další části práce.

Poslední část je již samotné zhodnocení a porovnání vypočtených parametrů vozu s parametry, které udává výrobce u nového vozu a s parametry zjištěnými na válcové zkušebně, které odpovídají testovanému vozu.

1 Charakteristika a vlastnosti vybraného vozidla

1.1 Výběr vozidla

Před samotným výběrem vozu pro zpracování této bakalářské práce jsem si zvolil několik kritérií, podle kterých jsem vozidla hodnotil a následně jedno vybral. Nejdůležitějším kritériem bylo stáří vozu a to z důvodu, že čím starší vozidlo je, tím by měla být patrnější ztráta výkonu motoru vlivem opotřebení. Dalším neméně důležitým kritériem je technický stav vozidla. Vzhledem k tomu, že vybrané vozidlo bude zkoušeno na výkonové válcové zkušebně, kde bude zatěžováno až na samou hranici svých možností, musí být technický stav vozu takový, aby všechny zkoušky zvládlo absolvovat bez poškození ať už sebe samotného nebo válcové zkušebny. Při výběru jsem se dále zajímal o pravidelný servis a historii vozu, kde mě zajímaly například pravidelné výměny náplní, dle doporučení výrobce. V případě, kdyby docházelo například k výměně oleje v motoru v jiných, než předepsaných intervalech výrobcem, mohlo by dojít k razantnímu snížení parametrů motoru. Při výběru jsem dále také přihlížel k počtu ujetých kilometrů. Počet najetých kilometrů by se měl projevit opotřebením pohonu vozidla a také snížením jeho výkonu.

1.1.1 Jednotlivá kritéria výběru

- vozidlo by mělo být staré alespoň 8 roků
- vozidlo v řádném technickém stavu, schopno absolvovat zkoušku na válcové zkušebně, pravidelně servisované u autorizovaného servisu dle doporučení výrobce vozidla
- možnost bezproblémového zapůjčení vozidla pro zkoušku na zkušebně
- snadná dostupnost všech technických parametrů a dalších potřebných informací pro výpočet dynamických vlastností vozidla

1.1.2 Přehled vozidel na výběr

- Škoda Felicia Š-781.136 M, obsah 1289 [cm³], [MPI] 50 [kW], r. v. 1998, najeto 112 000 [km]
- Škoda Felicia Š-781.135 M, obsah 1289 [cm³], [MPI] 40 [kW], r. v. 1997, najeto 194 000 [km]

- Volkswagen Golf IV., 1,6i 16V, obsah 1598 [cm³], 77 [kW], r. v. 2003, najeto 96 000 [km]
- Škoda Octavia I., 1,8 T RS, obsah 1784 [cm³], 92 [kW], r. v. 2002, najeto 163 000 [km]
- Ford Focus II., 2,0 TDCI, obsah 1997 [cm³], 100 [kW], r. v. 2004, najeto 212 000 [km]
- Škoda Fabia I., 1,2 12V HTP, obsah 1198 [cm³], 40 [kW], r. v. 2000, najeto 28 000 [km]

1.1.3 Tabulkové zhodnocení vozidel

Tabulka 1: Hodnocení vybraných vozidel

-	Felicia 136 M	Felicia 135 M	Golf	Octavia	Focus	Fabia
Stáří	4	5	1	2	0	3
Technický stav	4	2	4	2	3	5
Počet ujetých km	2	4	1	3	5	0
Pravidelný servis	3	0	2	2	5	4
Dostupnost tech. informací	5	5	3	3	2	4
Součet dosažených bodů	18	16	11	12	15	16

- Stáří vozu jsem hodnotil od 0 do 5 bodů, 5 bodů získal vůz, který je nejstarší, naopak 0 bodů získalo vozidlo s nejnovějším rokem výroby.
- Technický stav byl hodnocen formou porovnání s ostatními vozidly ve výběru a to v rozmezí 0 – 5 bodů, hodnota 5 bodů odpovídá nejlepšímu technickému stavu, 0 bodů naopak nejhoršímu technickému stavu.
- Hodnocení počtu ujetých kilometrů probíhalo v rozmezí 0 – 5 bodů, hodnotu 5 bodů dostalo vozidlo, které má ujetu nejvíce kilometrů, 0 bodů dostalo vozidlo s nejméně najetými kilometry
- Pravidelný servis - hodnoceno v rozmezí 0 – 5 bodů, 5 bodů dostalo vozidlo s pravidelným servisem dle doporučení výrobce, 0 bodů dostalo vozidlo, které do servisu jezdilo jen minimálně nebo vůbec.

- Dostupností technických informací se rozumí možnost jejich nalezení například v literatuře, na internetových stránkách výrobce apod. Hodnocení probíhalo v rozpětí 0 – 5 bodů, 5 bodů znamená výborná dostupnost, 0 bodů znamená špatnou nebo žádnou dostupnost.

1.1.4 Vybrané vozidlo

Po ohodnocení všech vozidel dle výše uvedených kritérií a následnému sečtení všech udělených bodů vyplývá, že nejvhodnější vozidlo pro bakalářskou práci bude vůz tovární značky Škoda, model Felicia, typ Š781.136 M, který byl vyrobený v roce 1998.



Obr. 1: Vybrané vozidlo Škoda Felicia

1.2 Představení vozu Škoda Felicia

Automobil škoda Felicia byl navržen a zkonstruován díky spolupráci konstruktérů automobilky Škoda a Volkswagen. Vozy Škoda Felicia bezprostředně navazují na svého předchůdce – Škodu Favorit, jsou s nimi koncepčně shodné, avšak svou konstrukcí se s nimi ve všech montážních celcích liší. Název Felicia byl použit u automobilky Škoda již dříve a to u čtyřmístného sportovního modelu Felicia, který se vyráběl v 60. letech 20. století a byl to jediný sériově vyráběný kabriolet automobilky Škoda. Slovo Felicia vzniklo z latinského slova Felicitas, což v překladu do češtiny znamená štěstí. [8]

Historie modelu Škoda Felicia se datuje od roku 1991, kdy padl první návrh tvaru karoserie. V první polovině roku 1992 byla započata výroba testovací série a následně v roce 1993 započala výroba ověřovací série vozu, ve stejném roce byla také Felicia poprvé představena veřejnosti, slavnostní představení se uskutečnilo v Praze na Karlově mostě. Do sériové výroby se Felicie dostaly v září roku 1994. [8]

Vozy ŠKODA Felicia, které patří mezi automobily do nižší střední třídy, se u nás vyráběly v Mladé Boleslavi a ve Vrchlabí. Zahraniční závody na výrobu Felicií byly také v Polsku a v Bosně. Vozy se vyráběly po dobu necelých 7 let a to od roku 1994 až do roku 2001. Mají samonosnou ocelovou karoserii, která se vyráběla ve třech základních provedeních. První typ byl označován jako dvoupřstorový pětidveřový pětímístný hatchback, nesl tovární označení Š-791. Druhým typem byla verze kombi s továrním označením Š-795 (vyráběná od roku 1995) a jako poslední, třetí typ byl s továrním označením Š-797 dvoumístný Pickup (vyráběný od roku 1995), který se vyráběl hned s několika typy nástaveb například jako Felicia Pick-up nebo Felicia Van plus. Vyráběl se také sportovně užitkový Pickup Felicia FUN typ Š-796, který byl označován jako vůz pro volný čas, určen pro 2 + 2 osoby, vyráběl se pouze do roku 2000. Karoserie vozu u prvních dvou provedení, tedy bez přídatných nástaveb modelu Pickup měla součinitel odporu vzduchu $c_x = 0,345$. [4]



Obr. 2: Modely ŠKODA Felicia, Pickup a FUN [5][11]

V roce 1997 prošla karoserie automobilu modernizací, která byla patrná hlavně na zvětšené přední masce vozu, který se podobal více novějšímu modelu ŠKODA Octavia, ale zlepšila se také například protikorozi ochrana. Po modernizaci také narostla délka Felicie a to u hatchbacku z hodnoty 3855 [mm] na 3883 [mm] respektive ze 4205[mm] na 4237 [mm] u verze kombi, šířka vozu a rozvor zůstaly na stejných hodnotách. Modernizace karoserie se však nedotkla modelů Pickup, ty se vyráběly

pouze se starší přední maskou. Modernizovaná verze se vyráběla od roku 1998 až do oficiálního ukončení výroby, které nastalo 20. června roku 2001. [5][6][7]

Škoda AUTO vyrobila celkem 912 810 kusů vozu Felicia s označením hatchback (výrobní řady LX, GLX, LXi, GLXi, LX 1,6, GLX 1,6, LX 1,9 D, GLX 1,9 D), 356 596 kusů modelu Felicia kombi (řady LX, GLX, LXi, GLXi, LX 1,6, GLX 1,6, LX 1,9 D, GLX 1,9 D) a 128 581 kusů modelů Pickup (výrobní řada LX, LXi, LX 1,6, LX 1,9 D). Modelu Felicia FUN bylo vyrobeno 4016 kusů. Celkem bylo vyrobeno 1 397 987 vozů ve všech provedeních včetně akčních modelů Felicia. [5][6][7]

Model Felicia byl také průlomový v tom, že bylo poprvé u vozu Škoda v rámci příplatkové výbavy možné dokoupit například posilovač řízení, až 4 airbagy, klimatizaci, kožené sedačky, vyhřívání předních sedaček, elektrické stahování předních oken, elektrické ovládání bočních zrcátek, ABS, EDS, palubní počítač, alarm a mnoho dalšího.

1.2.1 Karoserie

Skelet karoserie vozu je svařován z ocelových profilovaných výlisků, které jsou v nejvíce namáhaných místech zdvojené. Na skelet jsou následně přimontovány různé další plechové či plastové díly, které tvoří spolu se skeletem již karoserii vozu.

Vyráběly se 3 typy karoserií a to pro modely Felicia, Felicia Combi a Felicia Pick-up. Karoserie vozu prošla během výroby několika změnami, například v roce 1995 prošla úpravou, z důvodu zástavby bočních airbagů, klimatizace a montáže nových motorů Volkswagen o objemu 1,6 [l] a 1,9 [l]. Součinitel odporu vzduchu karoserie vozu je dle hodnoty udávané výrobcem = 0,345 [-] pro model Felicia a 0,35 [-] u modelu Felicia Combi.

1.2.2 Nápravy

Vozy Felicia používají na přední nápravě nezávislé zavěšení kol typu McPherson se spodními trojúhelníkovými rameny, pro odpružení se používá vinutá pružina se soustředně uloženým tlumičem, dále byl u některých modelů používán zkrutný stabilizátor umístěný mezi předními tlumiči.

Zadní náprava vozu je použita kliková s vlečnými rameny a s příčným stabilizátorem. Užitkové modely Pick-up a Van plus měly zadní nápravu vyztuženou, a nebylo možné ji tedy zaměnit s vozy Felicia a Felicia Combi.

1.2.3 Pohonné jednotky

Jako pohonné jednotky prodávané u nás sloužily hned 3 typy zážehových motorů a jeden typ vznětového motoru. Všechny byly čtyřválcové a kapalinou chlazené. Motory pohání přední nápravu, jsou uloženy napříč nad přední nápravou.

1.2.3.1 Zážehové motory

Benzínové 1,3 litrové motory, které se do Felicií montovaly, byly s dvěma typy vstřikování paliva, první, starší typ bylo jednobodové vstřikování typu BMM. Motory se starším systémem vstřikování měly označení Š-781.135 B a Š-781.136 B. Původní systém jednobodového vstřikování byl v roce 1997 modernizován na více bodové vstřikování paliva MPI. Motory s tímto systémem vstřikování měly označení 135 M a 136 M. Rozdíl oproti jednobodovému vstřikování byl hlavně v hodnotě maximálního točivého momentu a jeho průběhu, který se posunul do nižších otáček. Zvýšila se také maximální rychlost a to o 6 až 12 km/h. Zlepšila se také emisní norma na EURO2.

Modernizace se neprojevila jen na výkonu auta, ale i pozitivně na jeho spotřebě, která klesla o několik desetin litru dolů. Oba typy motorů Škoda 1,3 litru měly rozvody typu OHV. Blok motoru byl vyroben jako tlakový odlitek z hliníkové slitiny, hliníková byla i hlava válců. Další, silnější benzínová varianta motorů montovaných do Felicií byl motor Volkswagen se zdvihovým objemem 1598 [cm³] s rozvodem OHC, jeho základem byl litinový blok s hliníkovou hlavou válců. Tento agregát měl vícebodový systém vstřikování paliva Magneti Maranelli.

Do Felicií se montovaly ještě další typy motorů, které se ovšem u nás neprodávaly vzhledem k přísným emisním normám. Tyto motory byly určeny výhradně na export. Jednalo se o verzi s označením Š781.135. Motor měl obsah 1289 [cm³] a byl s karburátorem. Spaloval pouze olovnaté palivo. Jeho maximální výkon byl 43 [kW] při 5000 otáčkách za minutu, maximální krouticí moment měl hodnotu 94 [Nm] při 3000 otáčkách za minutu. Druhá verze měla maximální výkon 42 [kW] a točivý moment 94 [Nm]. Rozdíl oproti 43 [kW] verzi byl pouze v neřízeném katalyzátoru.

1.2.3.2 Vznětové motory

Posledním, třetím agregátem používaným v u nás prodávaných Feliciích je vznětový motor vyroben automobilkou Volkswagen o objemu 1896 [cm³]. Motor měl rozvod typu OHC a stejně jako 1,6 litrová verze používá litinový blok motoru a litinovou hlavu válců.

- Pro snadnější přehled u nás prodávaných motorizací slouží následující tabulka:

Tabulka 2: Přehled v ČR prodávaných motorizací

Typ	Označení	Výrobce	Rozvod	Objem [cm ³]	Maximální výkon/ při otáčkách [kW/min ⁻¹]	Maximální krouticí moment/ při otáčkách [Nm/min ⁻¹]
1,3 i	135 B	Škoda	OHV	1289	40/5000	94/3750
1,3 i	136 B	Škoda	OHV	1289	50/5500	100/3750
1,3 MPI	135 M	Škoda	OHV	1289	40/4500	99/2500
1,3 MPI	136 M	Škoda	OHV	1289	50/5000	106/2500
1,6 MPI	AEE	VW	OHC	1598	55/4750	135/2750
1,9 D	AEF	VW	OHC	1896	47/4000	125/1500

1.2.4 Spojka

Spojka je u všech motorizací mechanická, jednokotoučová, suchá a s talířovou (membránovou) pružinou. Spojka měla tři hlavní části, první – třecí část byla tvořena mezikružím setrvačníku. Druhou část tvořil kotouč spojky a třetí část přitlačný kotouč víka spojky. Vnější průměr spojky montované u zážehových motorů je 190 [mm], u vznětového motoru je její průměr větší, má hodnotu 200 [mm]. Vnitřní průměr byl 134 [mm]. Spojky pro zážehové a vznětový motor byly konstrukčně stejné, lišily se pouze vnějším průměrem. Třecí obložení spojky bylo vyrobeno z bezazbestového materiálu.

1.2.5 Převodovka

Pro řazení se používá u všech modelů dvouhřídelová, plně synchronizovaná pětistupňová mechanická převodovka. Rychlostní stupně se řadí nepřímou pomocí táhla mezi řadicí pákou a převodovkou. Je složena z čelních kol, přičemž ozubená kola prvního až pátého stupně jsou se šikmým ozubením z důvodu zajištění plynulejšího chodu a nižší hlučnosti. Ve skříni s převodovkou je také umístěn diferenciál a rozvodovka.

Převodovky jsou mezi všemi motorizacemi Škoda záměnné, kompatibilita s motory Volkswagen byla zajištěna díky mezikusu, který se vkládal mezi motor a převodovku.

Velikost stálého převodu na rozvodovce u Felicií má hodnotu i_0 3,579 [-]; 4,118 [-] nebo 3,833 [-] v závislosti na typu motoru a roku výroby.

1.2.6 Brzdy

Brzdový systém mají Felicie kapalinový, dvouokruhový a diagonálně propojený. Součástí brzd montovaných do Felicií byl také podtlakový posilovač brzdného účinku. Na přední nápravě jsou použity brzdy kotoučové s jedno-pístovými plovoucími třmeny.

Na zadní nápravě jsou brzdy bubnové čelist'ové. Brzdový účinek na zadní nápravu byl regulován pomocí zátěžového regulátoru, regulace se týkala pouze modelů Felicia Combi, Felicia Pick-up a Felicia s motory Volkswagen 1,6 [l] a 1,9 [l]. Za příplatek se do všech vozů montoval i antiblokovací systém ABS.

Další používaný brzdový systém ve Felicii je takzvaná parkovací brzda, označovaná jako ruční brzda. Jedná se o mechanickou brzdu, která pomocí táhel ovládá zadní bubnové brzdy. Montována byla do všech vyráběných modelů vozu Škoda Felicia.

1.3 Vybraný vůz

Jak už bylo zmíněno dříve, tak mnou vybraný vůz pro tuto bakalářskou práci je Škoda Felicia, který byl vyroben na začátku roku 1998 a do provozu byl uveden 16. 02. 1998. Automobil Škoda Felicia jsem vybral na základě nejlepšího výsledku po zhodnocení několika kritérií. Hodnocená kritéria včetně udělených bodů jsou v tabulce č. 1 - Hodnocení vybraných vozidel.

Vzhledem k roku výroby se jedná už o vozidlo po modernizaci jak pohonné jednotky, tak i karoserie. Felicie, kterou jsem vybral, byla nejčastěji prodávanou motorizací v České republice. Jedná se o provedení se silnějším 1,3 litrovým motorem, který již disponuje vylepšeným systémem vícebodového vstřikování paliva Simos 2P. Motor je čtyřválcový, kapalinou chlazený. Jeho Výrobní číslo je 2695300, typové označení Š781.136 M.



Obr. 3: Motor 136 M měřeného vozu Škoda Felicia



Obr. 4: Označení motoru vybraného vozidla

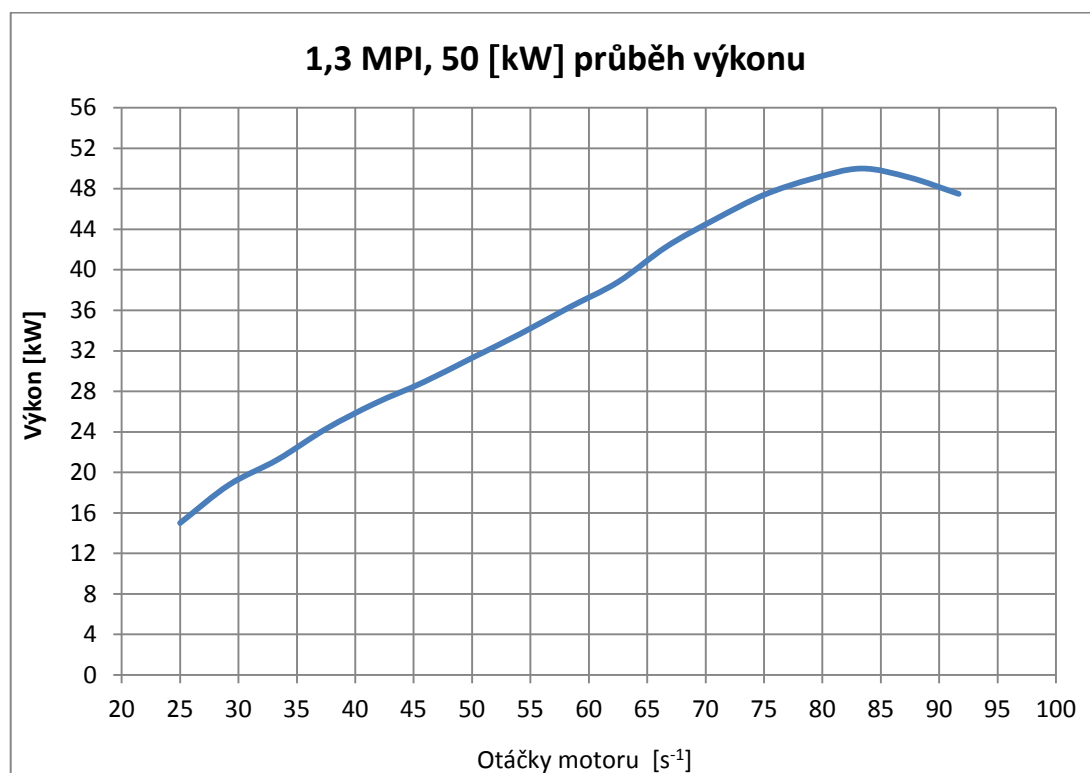
Motor splňuje emisní normu EURO2. Jeho maximální výkon je 50 [kW] (ekvivalent 68 koní) při 4500 otáčkách za minutu a maximální točivý moment má hodnotu 106 [Nm] při 2500 otáčkách za minutu.

Karoserie vozu je pětidveřová s označením hatchback. Maximální rychlost, které je vozidlo schopno s daným motorem a karoserií dosáhnout je dle technického průkazu = 162 [km·h⁻¹], zrychlení vozu z 0 na 60 [km·h⁻¹] je 6 [s] a z 0 za 100 [km·h⁻¹] je 13,5 [s].

Zvolené vozidlo nebylo nikdy bouráno ani nijak závažněji opravováno. Bylo také pravidelně servisováno dle doporučení výrobce. Každý rok jezdilo na předsezónní, tak i posezónní prohlídky. V době provedení měření na válcové zkušebně mělo najeto 113 265 kilometru.

1.3.1 Průběh výkonu motoru

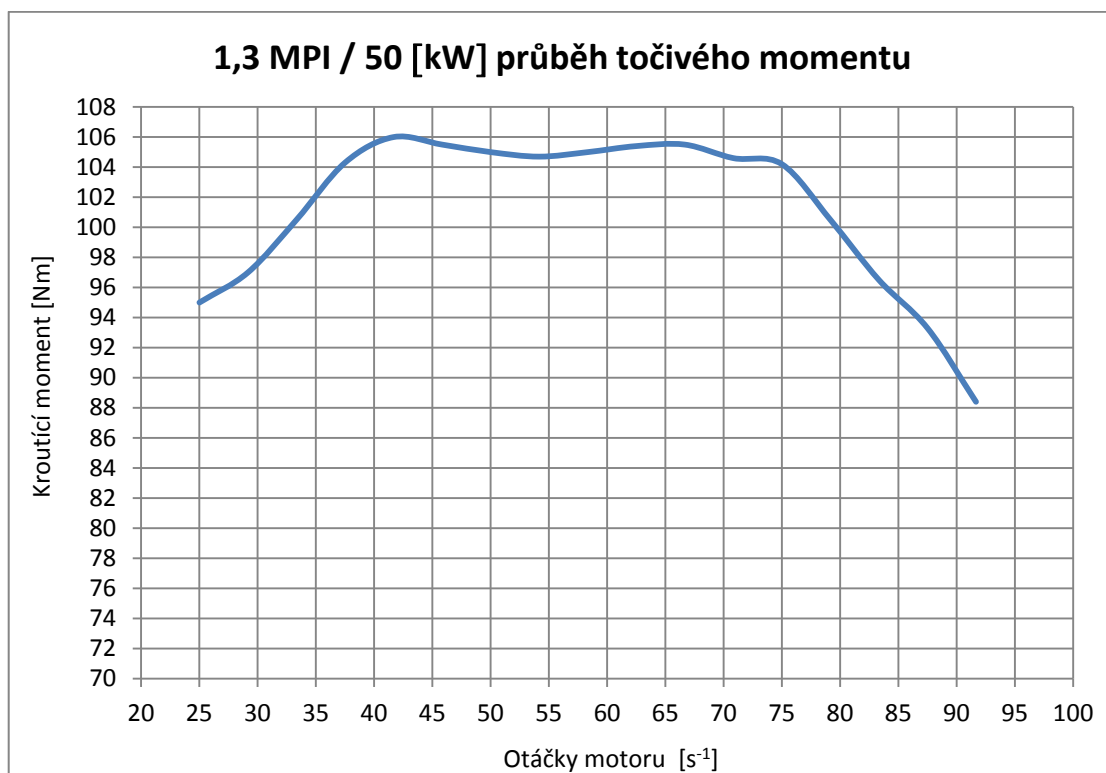
Průběh výkonu motoru Škoda Š781.136 M v závislosti na otáčkách klikové hřídele můžete nalézt v grafu na obr. č. 5 - Grafické znázornění průběhu výkonu motoru.



Obr. 5: Grafické znázornění průběhu výkonu motoru [10]

1.3.2 Průběh točivého momentu motoru

Průběh točivého momentu motoru Škoda Š781.136 M v závislosti na otáčkách klikové hřídele ukazuje graf na obr. č. 6 - Grafické znázornění průběhu točivého momentu motoru.



Obr. 6: Grafické znázornění průběhu točivého momentu motoru [10]

1.3.3 Identifikace převodovky

Ve vybraném voze se nachází pětistupňová převodovka, která je uložena spolu s motorem, rozvodovkou a diferenciálem na přední nápravě. Převodovka má kód 1869139 W L 4. Dle tvaru skříně převodovky je patrné, že se jedná o model 14SK, který byl určen pro modely s motorem 136 M, AEE a AEF.



Obr. 7: Označení skříně převodovky vybraného vozidla

- Pozice 1. až 7. značí výrobní číslo převodovky.
- Znak na pozici číslo 8. znamená rok výroby převodovky. V našem případě je zde uvedeno písmeno W, které udává, že převodovky byla vyrobena v roce 1998.
- Pozice číslo 9. udává měsíc výroby převodovky, písmeno L znamená měsíc výroby leden.
- Poslední pozice číslo 10. udává hodnotu stálého převodu, takže 4 znamená, že hodnota stálého převodu je 4,118 [-], počet zubů zabírajících ozubených kol je 68:18.
- 11. číslice je pouze u vozidel vybavených antiblokovacím systémem ABS nebo systémem elektronické uzávěrky diferenciálu EDS. Protože vybrané vozidlo nemá ani jeden ze zmíněných systémů, není tento znak na převodovce uveden.

Když víme jaký je model převodovky a hodnota stálého převodu, můžeme zjistit hodnoty jednotlivých převodových poměrů na všech stupních, více v následující tabulce:

Tabulka 3: Převodové poměry převodovky

Převodovka 1869139 W L 4		
Rychlostní stupeň	Počet zubů ozubených kol	Převodový poměr i_p [-]
I.	45:13	3,462
II.	45:23	1,957
III.	38:29	1,310
IV.	39:40	0,975
V.	34:45	0,756
R.	38:13	2,923

1.3.4 Rozměry pneumatik

Na vozidle byly v době měření ve válcové zkušebně namontovány zimní pneumatiky na plechových discích. Pneumatiky byly značky Barum, model POLARIS 2 a jejich označení bylo RADIAL 165/70 R 13 79T M+S.

Hodnota 165/70 R 13 znamená rozměry pneumatiky a vnitřní průměr. Dle nápisu RADIAL se jedná o pneumatiky s radiální konstrukcí kostry. Nápis 79 je index nosnosti pneumatiky, v našem případě je to 79, což znamená nosnost 437 [kg]. T je index rychlosti, v našem případě T značí pneumatiku do rychlosti 190 [km·h⁻¹]. Poslední znaky, které na pneumatice vidíme je M+S, což udává, že se jedná o zimní pneumatiku určenou pro jízdu v blátě a na sněhu. [9]



Obr. 8: Značení pneumatiky na vozidle Škoda Felicia

2 Teoretické výpočty dynamických vlastností

2.1 Výpočty dynamických vlastností

2.1.1 Experimentální zjištění čelní plochy vozu S_x

Čelní plochu vybraného vozu S_x [m²] potřebujeme pro výpočet odporu vzduchu. Protože výrobce vozu tuto hodnotu nikde neuvádí, bylo potřeba tuto hodnotu nějakým způsobem zjistit. Při zjišťování plochy S_x [m²] jsem vycházel z její definice – „čelní plocha S_x je plocha pravoúhlého průmětu obrysu vozidla do roviny kolmé na osu x “ [13]. Takže následovalo vyfotografování Felicie z přední strany a následné obkreslení obrysu a vypočítání čelní plochy.

Vzhledem k složitosti karoserie jsem přistoupil k obkreslení obrysu v programu AutoCad 2011 a následnému převedení obkresleného obrysu do programu Autodesk Inventor 2011, který dokáže obsah takto složité plochy spočítat. Tímto postupem mě vyšla hodnota čelní plochy $S_x = 1,890$ [m²]. Vyznačenou čelní plochu Škody Felicie můžete vidět na obr. 9 – Čelní plocha S_x vozu Škoda Felicia.



Obr. 9: Čelní plocha S_x vozu Škoda Felicia

2.1.2 Poloměr valení r_k

Poloměr valení kola r_k [mm] můžeme vypočítat z údajů, které jsou vyznačeny na pneumatice nasazené na ráfku vozu. Na pneumatice je vyznačeno následující: 165/70 R13 79T.

$$h_p = \text{šířka} \cdot \text{poměr výšky k šířce} = 165 \cdot 70\% = 115,5 \text{ [mm]} \quad [9] \quad (1)$$

$$1["] = 25,4 \text{ [mm]}$$

$$d_d = d_{dp} \cdot 25,4 = 13 \cdot 25,4 = 330,2 \text{ [mm]} \quad [9] \quad (2)$$

d_d průměr disku [mm]

d_{dp} průměr disku v palcích ["]

$$h_c = \frac{h_p + d_d}{1000} = \frac{115,5 + 330,2}{1000} = 0,446 \text{ [m]} \quad [9] \quad (3)$$

h_c celková výška kola [mm]

h_p výška pneumatiky [mm]

$$r_k = \frac{h_c}{2} = \frac{0,446}{2} = 0,223 \text{ [m]} \quad [9] \quad (4)$$

r_k poloměr valení [mm]

h_c celková výška kola [mm]

Když známe poloměr valení kola r_k , můžeme vypočítat obvod kola O_k [m]

$$O_k = 2 \cdot \pi \cdot r_k = 2 \cdot \pi \cdot 0,223 = 1,400 \text{ [m]} \quad (5)$$

O_k obvod kola [m]

π Ludolfovo číslo [–]

r_k poloměr valení [mm]

2.1.3 Odpor vzduchu O_v

Při pohybu vozidla dochází mezi povrchem vozidla a v našem případě vzduchem k tření, které způsobuje odpor vůči pohybu nebo proudění a je způsobeno vazkostí (viskozitou) vzduchu. Tento odpor nazýváme odporem vzduchu, při pohybu vozidla nám způsobuje takzvané aerodynamické síly. Velikost aerodynamických sil ovlivňuje konstrukce vozidla, hustota prostředí, ve kterém se vozidlo pohybuje a náporová rychlost. Pro tento výpočet použijí měrnou hmotnost suchého vzduchu $\rho = 1,276 \text{ [kg} \cdot \text{m}^3]$.

Odpor vzduchu spočítáme z rovnice:

$$O_v = c_x \cdot S_x \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \text{ [N]} \quad (6)$$

O_v	odpor vzduchu [N]
c_x	součinitel odporu vzduchu karoserie [–]
S_x	čelní plocha vozu [m^2]
ρ	měrná hmotnost suchého vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{m}^3$]
v	rychlost pohybu vozidla [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

Ukázka výpočtu odporu vzduchu pro vybranou Felicii a rychlost 100 [$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$].

$$100 \text{ [km} \cdot \text{h}^{-1}] = 27,78 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$O_v = 0,345 \cdot 1,890 \cdot \frac{1,276}{2} \cdot 27,78^2 = 321,14 \text{ [N]} \quad (6.1)$$

Tabulku s vypočteným odporem vzduchu pro celý průběh vybraného vozidla naleznete v Příloze A.

2.1.4 Odpor valení O_f

Odpor valení O_f [N] vzniká jako důsledek deformování pláště pneumatiky při odvalování po vozovce. Při odvalování pneumatiky dochází v její přední části ve směru jízdy k deformaci pláště. Pneumatika při takové deformaci klade odpor při jízdě. V zadní části se pneumatika navrácí do svého původního kruhového tvaru a přitom tlačí na vozovku. Rozdílu mezi energiemi potřebnými ke stlačení a narovnání říkáme odpor valení.

Velikost odporu valení závisí na typu pneumatiky, jejím nahuštění a povrchu, po kterém se odvaluje. Pro výpočet odporu valení potřebujeme znát také součinitel valivého odporu f [-], který závisí například na povrchu vozovky, ale také i na dalších aspektech. Největší vliv na součinitel valivého odporu f [-] má rychlost otáčení pneumatiky a její deformace. Vliv na deformaci pneumatiky má v první řadě správné nahuštění. V případě nízkého tlaku dochází k velkým deformacím a odpor valení se zvětšuje. Průběh velikosti odporu valení je v rychlostech do 60 [km·h⁻¹] téměř neměnný, avšak při vyšších rychlostech již roste exponenciální řadou, protože pneumatika už nestačí vyrovnávat vzniklé deformace v přední části. Tím, že pneumatika nestačí během jednoho otočení vyrovnat deformace vlivem zvyšující se rychlosti, dochází k jejímu zvětšování.

Pro výpočet odporu valení O_f [-] potřebujeme nejdříve zjistit hodnotu součinitele odporu valení f . Hodnotu součinitele odporu valení f vypočítáme pomocí následujícího vzorce:

$$f = 0,005 + \frac{1}{p_B} \cdot \left(0,01 + 0,0095 \cdot \left(\frac{v}{100} \right)^2 \right) [-] \quad [12] (7)$$

f	součinitel odporu valení [-]
p_B	tlak v pneumatice v barech [bar]
v	rychlost pohybu vozidla [m·s ⁻¹]

Ukázka výpočtu součinitele odporu valení f a rychlost 100 [km·h⁻¹], tlak v pneumatice $p_B = 2,432$ [bar]:

$$f = 0,005 + \frac{1}{2,432} \cdot \left(0,01 + 0,0095 \cdot \left(\frac{100}{100} \right)^2 \right) = 0,01302 [-] \quad [12] (7.1)$$

Výpočet odporu valení O_f [N] provedeme pomocí následujícího vzorce:

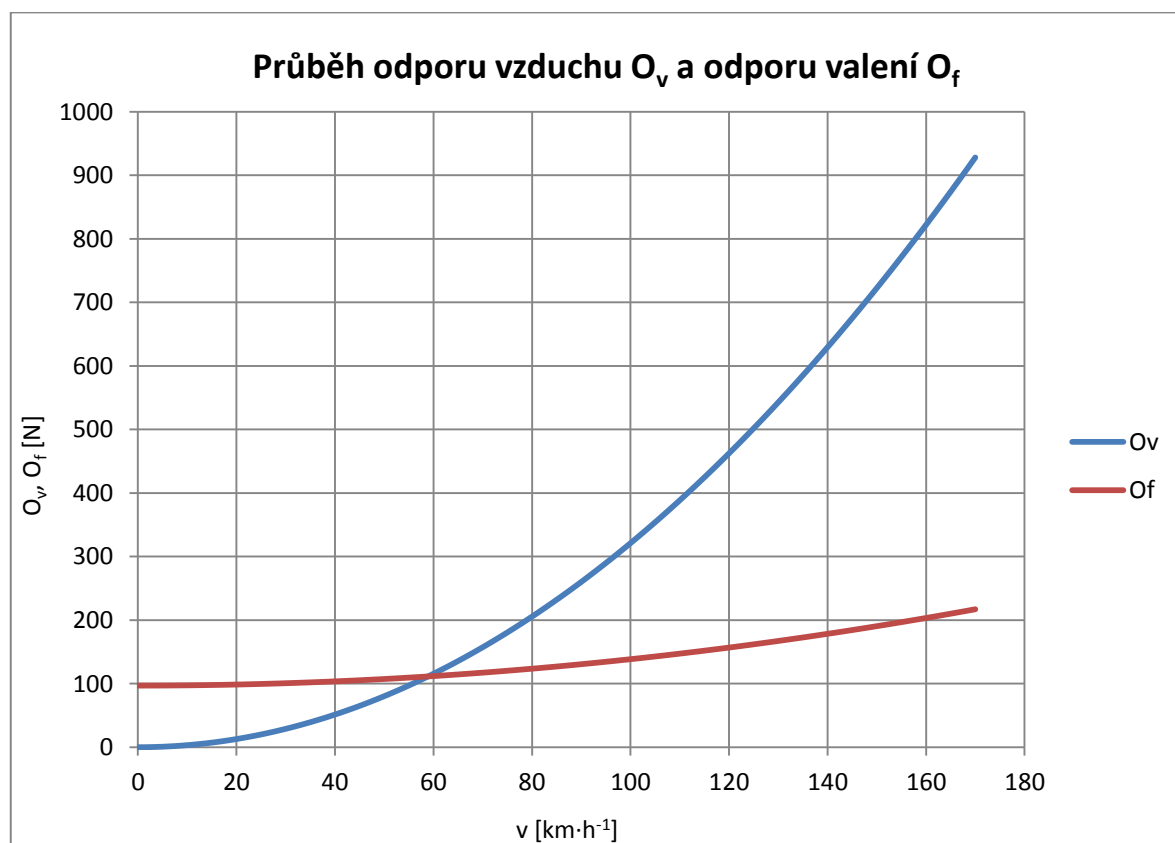
$$O_f = m \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha [-] \quad (8)$$

O_f	odpor valení [N]
m	pohotovostní hmotnost vozidla [kg]
g	tíhové zrychlení [m·s ⁻²]
α	úhel sklonu vozovky [°]

Ukázka výpočtu odporu valení O_f při rychlost $100 \text{ [km} \cdot \text{h}^{-1}]$, úhel sklonu tratě $\alpha = 0 \text{ [}^\circ]$. Pohotovostní hmotnost vozidla $m = 935 \text{ [kg]}$ jsem pro všechny výpočty navýšil o 150 [kg] z důvodu respektování váhy řidiče a nadstandardní výbavy vozu, která v pohotovostní hmotnosti není započítána.

$$O_f = (935 + 150) \cdot 9,807 \cdot 0,01302 \cdot \cos 0 = 138,52 \text{ [N]} \quad (8.1)$$

Tabulku s vypočteným odporu valení pro celý průběh vybraného vozidla naleznete v Příloze A.



Obr. 10: Grafické znázornění odporu vzduchu a odporu valení

2.1.5 Síla působící proti pohybu vozidla F_{pp}

Je to síla, která působí odporem proti pohybu pohybujícího se vozidla. Výpočet celkové síly působící proti pohybu vozidla $F_{pp} \text{ [N]}$. Pro výpočet uvažuji, že se vozidlo pohybuje samostatně, po rovné silnici a v bezvětrí.

$$F_{pp} = O_f + O_v \text{ [N]} \quad (9)$$

F_{pp} síla působící proti pohybu vozidla [N]

O_f odpor valení [N]

O_v odpor vzduchu [N]

Ukázka výpočtu síly působící proti pohybu F_{pp} [N] při rychlost 100 [km·h⁻¹].

$$F_{pp} = 138,52 + 321,14 = 459,66 \text{ [N]} \quad (9.1)$$

2.1.6 Potřebný výkon na kolech P_k

Výpočet potřebného výkonu na kolech P_k [kW] auta k udržení vybrané rychlosti. Hodnota P_k udává, jaký výkon musíme dodávat na hnací kola, tak abychom si udrželi požadovanou rychlost vozidla.

$$P_k = \frac{F_{pp} \cdot v}{1000} \text{ [kW]} \quad (10)$$

P_k výkon na kolech [kW]

F_{pp} síla působící proti pohybu vozidla [N]

v rychlost pohybu vozidla [m·s⁻¹]

Ukázka výpočtu potřebného výkonu P_k pro rychlost vozidla 100 [km·h⁻¹].

$$100 \text{ [km·h}^{-1}\text{]} = 27,78 \text{ [m·s}^{-1}\text{]}$$

$$P_k = \frac{459,66 \cdot 27,78}{1000} = 12,77 \text{ [kW]} \quad (10.1)$$

Tabulku s vypočteným potřebným výkonem na kolech pro celý průběh vybraného vozidla naleznete v Příloze A.

2.1.7 Potřebný výkon motoru P_m

Výpočet potřebného výkonu motoru P_m [kW] k udržení vybrané rychlosti. Hodnota P_m udává, kolik výkonu motoru bude potřeba k tomu, abychom s vozidlem udrželi požadovanou rychlost. V případě potřeby zrychlit vozidlo na vyšší rychlost, musí

být produkovaný výkon motoru větší než P_m . Potřebný výkon motoru se vypočítá jako výkon na kolech zvýšený o účinnost převodového ústrojí. Účinnost celého převodového ústrojí je v našem případě $\mu = 0,95$ [-].

$$P_m = \frac{P_k}{\mu} \text{ [kW]} \quad (11)$$

P_m výkon motoru [kW]

P_k výkon na kolech [kW]

μ účinnost celého převodového ústrojí [-]

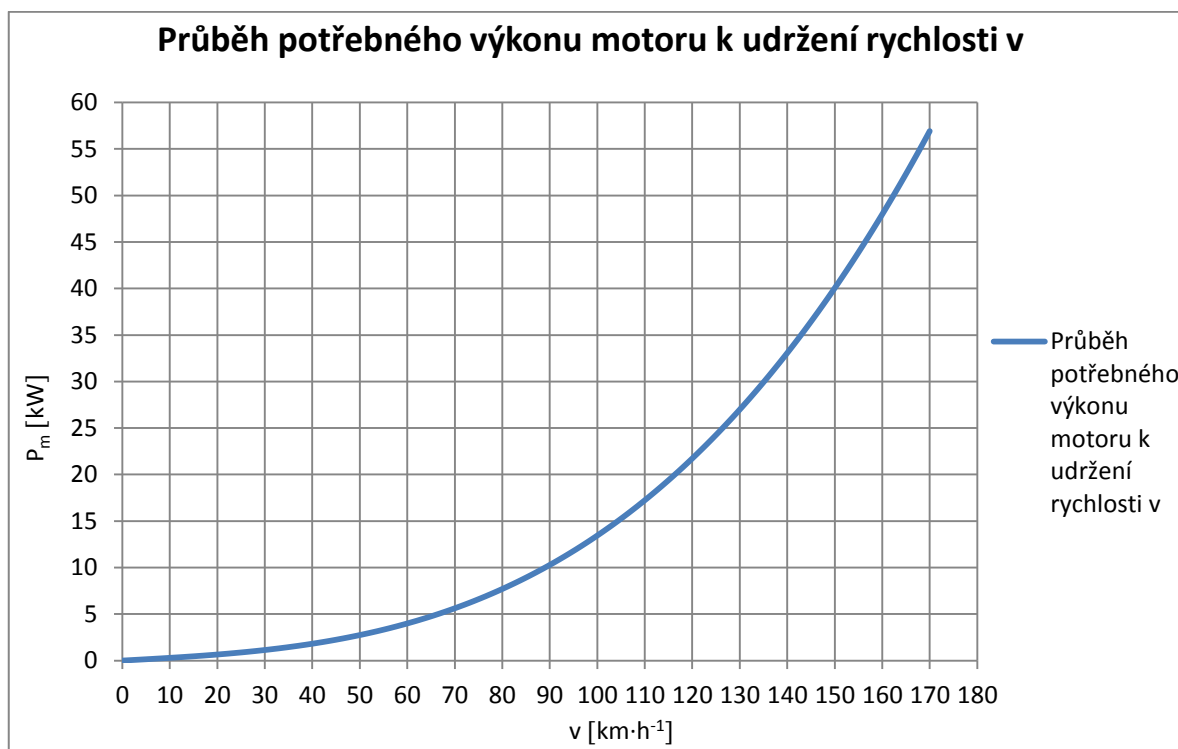
Ukázka výpočtu potřebného výkonu motoru P_m pro rychlost vozidla $100 \text{ [km} \cdot \text{h}^{-1}]$.

$$100 \text{ [km} \cdot \text{h}^{-1}] = 27,78 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$P_m = \frac{12,77}{0,95} = 13,44 \text{ [kW]} \quad (11.1)$$

Z výsledku je patrné, že vybraný vůz Škoda Felicia potřebuje k tomu, aby udržel rychlost $100 \text{ [km} \cdot \text{h}^{-1}]$ vyprodukovat $13,44 \text{ [kW]}$ výkonu motoru, což je přibližně 27 % jeho celkového výkonu.

Graf vytvořený z vypočtených hodnot potřebného výkonu motoru $P_m \text{ [kW]}$ k udržení rychlosti pohybu vozidla $v \text{ [km} \cdot \text{h}^{-1}]$ můžeme vidět na obr. 11 - Průběh potřebného výkonu motoru k udržení rychlosti v .



Obr. 11: Průběh potřebného výkonu motoru k udržení rychlosti v

Tabulku s vypočteným potřebným výkonem motoru pro celý průběh vybraného vozidla uvádím v Příloze A.

2.1.8 Maximální dosažitelná rychlost v_{\max}

Výpočet maximální dosažitelné rychlosti je závislý na otáčkách motoru, zařazeném převodovém stupni, stálém převodu na rozvodovce a také na obvodu pneumatiky. Můžeme ji vypočítat pomocí následujícího vzorce:

$$v_{\max} = n_{SM} \cdot \frac{1}{i_p} \cdot \frac{1}{i_o} \cdot O_k \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (12)$$

v_{\max}	maximální dosažitelná rychlost [m · s ⁻¹]
n_{SM}	otáčky spalovacího motoru [s ⁻¹]
i_p	převodový poměr převodovky [–]
i_o	stálý převod [–]
O_k	obvod kola [m]

Ukázka výpočtu maximální dosažitelné rychlosti vozu při zařazeném IV. rychlostním stupni a 3000 otáčkách motoru za minutu ($3000 [\text{min}^{-1}] = 50 [\text{s}^{-1}]$). IV. rychlostní stupeň má převodový poměr $i_{pIV} = 0,975 [-]$, stálý převod má hodnotu $i_s = 4,118 [-]$. Obvod kola jsem již spočítal dříve, má hodnotu $r_k = 1,400 [\text{m}]$.

$$v_{max} = 50 \cdot \frac{1}{0,975} \cdot \frac{1}{4,118} \cdot 1,4 = 17,439 [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (12.1)$$

Tabulku s výpočtem rychlosti pro všechny dopředné rychlostní stupně naleznete v Příloze B.

2.1.9 Hnací síla F_k

Hnací síla $F_k [\text{N}]$ je maximální síla, kterou je vozidlo schopno vyvinout při zařazení určitého rychlostního stupně a daných otáčkách motoru. Tato síla je také závislá na točivém momentu motoru. Vypočítám ji takto:

$$F_k = \frac{M_T \cdot i_p \cdot i_o \cdot \mu}{r_k} [\text{N}] \quad (13)$$

F_k	hnací síla [N]
M_T	točivý moment motoru [Nm]
i_p	převodový poměr převodovky [-]
i_o	stálý převod [-]
μ	účinnost celého převodového ústrojí [-]
r_k	poloměr kola[m]

Ukázka výpočtu hnací síly $F_k [\text{N}]$ při $2500 [\text{min}^{-1}]$ (při $2500 [\text{min}^{-1}]$ má motor dle momentové charakteristiky uvedené v bodě 1.3.2 hodnotu krouticího momentu $106 [\text{Nm}]$). Zařazen bude IV. rychlostní stupeň, který má převodový poměr $i_{pIV} = 0,975 [-]$, stálý převod má hodnotu $i_o = 4,118 [-]$. Celková účinnost převodového ústrojí vozu je $\mu = 0,95 [-]$, poloměr valení kola $r_k = 0,223 [\text{m}]$.

$$F_k = \frac{106 \cdot 0,975 \cdot 4,118 \cdot 0,95}{0,223} = 1814,129 [\text{N}] \quad (13.1)$$

Tabulku s výpočtem hnací síly pro všechny dopředné rychlostní stupně uvádím v Příloze B.

2.1.10 Součinitel vlivu rotujících hmot δ

Pro výpočet součinitele rotujících hmot δ [-] budu muset zjistit moment setrvačnosti motoru J_m [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$] a moment setrvačnosti kol J_k [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]. Tento součinitel vypočítám pomocí vzorce:

$$\delta = 1 + \frac{J_m \cdot (i_p \cdot i_o)^2 \cdot \mu + \sum J_k}{m \cdot r_k} \quad [-] \quad [1] \quad (13)$$

δ	součinitel vlivu rotujících hmot [-]
J_m	moment setrvačnosti motoru [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]
i_p	převodový poměr převodovky [-]
i_o	stálý převod [-]
μ	účinnost celého převodového ústrojí [-]
J_k	moment setrvačnosti kola [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]
m	hmotnost vozidla [kg]
r_k	poloměr kola [m]

Moment setrvačnosti motoru J_m stanovím z následující tabulky:

Orientační hodnoty momentů setrvačnosti J_m

Druh motoru a vozidla	Zdvihový objem válce [dm^3]	J_m [kgm^2]
zážehový - M_1 : 2 - 4 válec 4 válec	0,5 - 1,0	0,10 - 0,15 0,10 - 0,25
vznětový - M_2, M_3, N : 4 válec 6 válec 6 - 12 válec	2,0 - 5,0 4,0 - 8,0 8,0 - 15,0	0,25 - 1,0 0,60 - 2,0 2,0 - 5,0
Příkl.: T 613 zážehový, 8 válec	3,5	0,53

Obr. 12: Orientační hodnoty momentů setrvačnosti [1]

Protože Škoda Felicie obsahuje 4 válcový zážehový motor o zdvihovém objemu 1,3 [l] tak moment setrvačnosti motoru leží v rozmezí 0,10 až 0,25 [kg·m²]. Volím tedy hodnotu momentu setrvačnosti motoru $J_m = 0,2$ [kg·m²].

Moment setrvačnosti kol J_k stanovím obdobně:

Příklady hodnot momentů setrvačnosti kol I_k

Druh a rozměr kola	Hmotnost kola [kg]	I_k [kgm ²]
radiální: 165/80 R 13 215/70 R 14	17 až 20	1,36 2,1
diagonální: 11,00 - 20	116,5	15,54

Obr. 13: Příklady hodnot momentů setrvačnosti kol [1]

Na voze máme osazeny pneumatiky o rozměru 165/70 R13, což je menší rozměr než uvedený v tabulce, proto hodnotu součinitele setrvačnosti kol J_k volím pro jedno kolo = 1,3 [kg·m²].

Protože již potřebné vstupní hodnoty pro výpočet součinitele rotujících hmot znám, můžeme jej tedy vypočítat. Výpočet provedu pro I. rychlostní stupeň, který má převodový poměr = 3,462 [-], hodnota stálého převodu $i_0 = 4,118$ [-], účinnost převodového ústrojí je $\mu = 0,95$ [-], poloměr valení kola $r_k = 0,223$ [m], hmotnost vozidla $m = 1085$ [kg].

$$\delta = 1 + \frac{0,2 \cdot (3,462 \cdot 4,118)^2 \cdot 0,95 + (1,3 + 1,3 + 1,3 + 1,3)}{1085 \cdot 0,223} = 1,181 [-] \quad [1] \quad (13.1)$$

Tabulku s výpočtem součinitele vlivu rotujících hmot pro dopředené rychlostní stupně naleznete v Příloze B.

2.1.11 Zrychlení vozidla a

Hodnota zrychlení a [m·s⁻²] na jednotlivých převodových stupních závisí hlavně na velikosti hnací síly a hmotnosti vozidla. Velikost zrychlení můžeme vypočítat pomocí následujícího vzorce:

$$a = \frac{F_k - O_f - O_v}{m \cdot \delta} [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}] \quad (14)$$

a	zrychlení vozidla [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
F_k	hnací síla [N]
O_f	odpor valení [N]
O_v	odpor vzduchu [N]
m	hmotnost vozidla [kg]
δ	součinitel vlivu rotujících hmot [–]

Ukázka výpočtu zrychlení a [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$] při zařazeném III. rychlostním stupni a 2500 [min^{-1}]. Hodnota hnací síly při těchto podmínkách $F_k = 2438,100$ [N], odpor valení $O_f = 103,254$ [N], odpor vzduchu $O_v = 48,662$ [N]. Hmotnost vozidla $m = 1085$ [kg] a součinitel rotujících hmot má velikost $\delta = 1,046$ [–].

$$a = \frac{2438,100 - 103,254 - 48,662}{1085 \cdot 1,046} = 2,106 [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}] \quad (14.1)$$

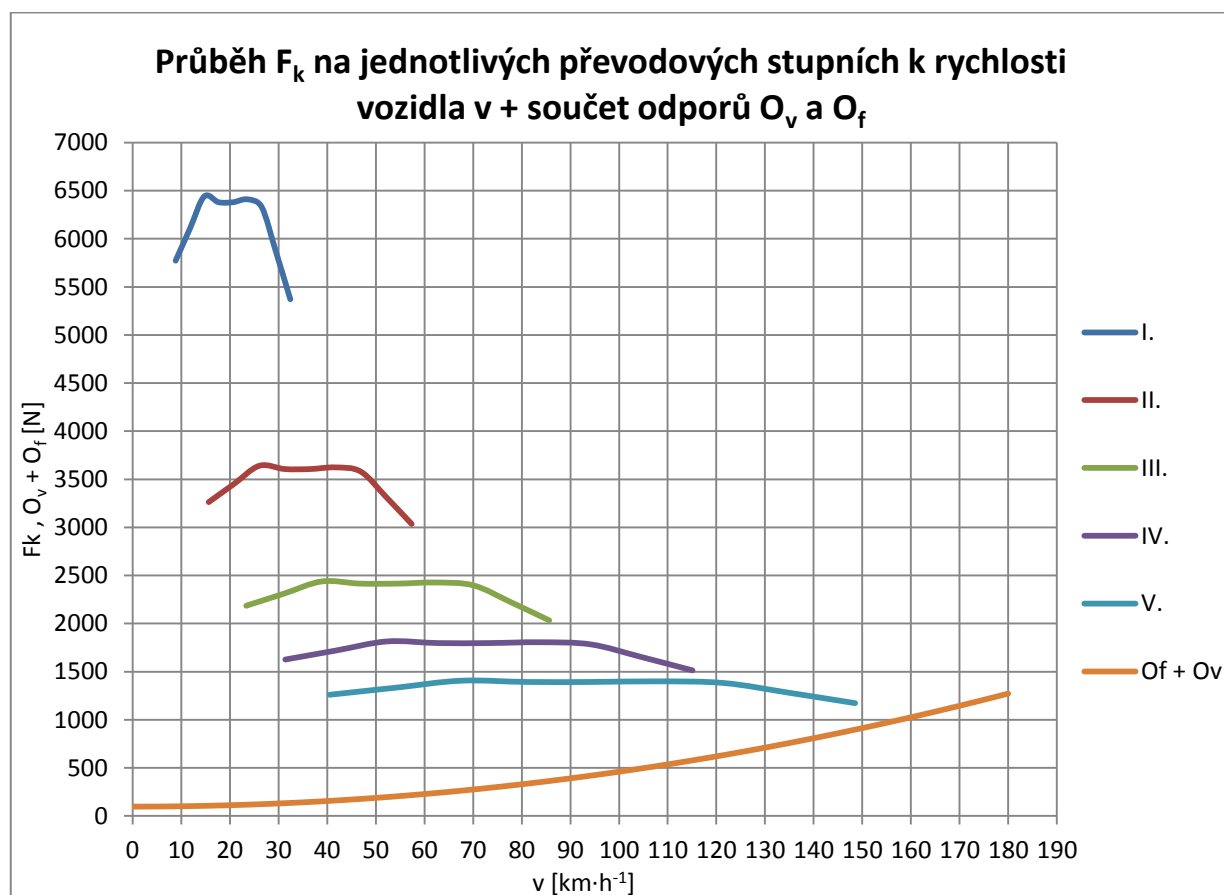
Tabulku s výpočtem zrychlení u zvoleného vozidla Škoda Felicia pro všechny dopředené rychlostní stupně uvádím v Příloze B.

2.2 Grafy

2.2.1 Průběh hnací síly F_k

Tento graf znázorňuje změnu hnací síly F_k [N] na jednotlivých převodových stupních v závislosti na otáčkách motoru. Dále jsou v grafu uvedeny i působící odpory –

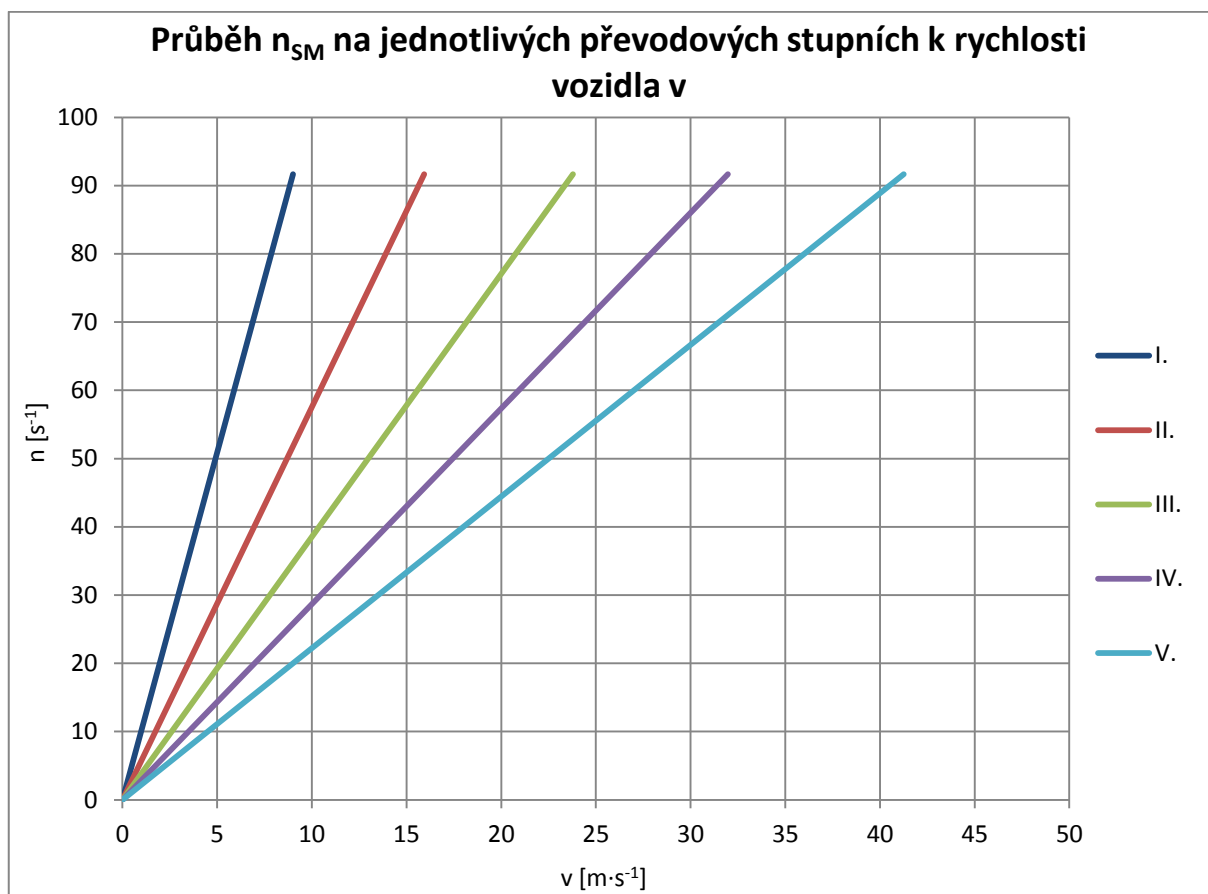
odpor vzduchu a odpor valení, pro větší přehlednost jsou odpory sečteny a znázorňuje je jedna křivka.



Obr. 14: Grafické znázornění průběhu hnací síly a odporů

2.2.2 Průběh otáček motoru n_{SM} – Pilový diagram

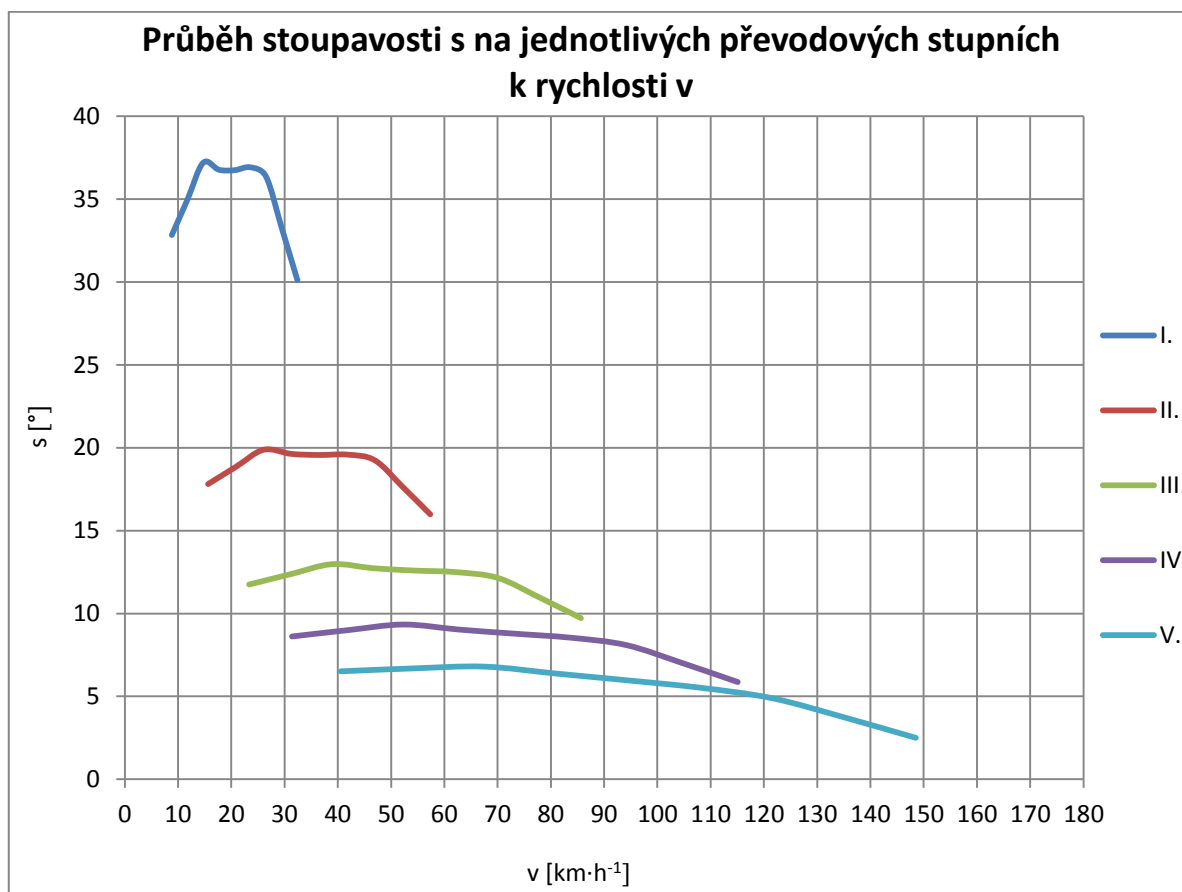
Tento graf se nazývá také tzv. pilovým diagramem a ukazuje nárůst otáček motoru v závislosti na rychlosti vozidla, při zařazených jednotlivých převodových stupních.



Obr. 15: Grafické znázornění průběhu otáček motoru – pilový diagram

2.2.3 Průběh stoupavosti vozidla

Tento graf ukazuje maximální sklon vozovky označený jako stoupavost s [°] v závislosti na rychlosti pohybu vozidla v [km·h⁻¹] a na zařazených převodových stupních.



Obr. 16: Grafické znázornění průběhu stoupavosti vozidla

3 Měření výkonu motoru

3.1 Metody přímé

- měření výkonu ve válcových zkušebnách
- měření výkonu pomocí motorové brzdy
- měření výkonu pomocí snímání spalovacího tlaku ve válcích
- měření výkonu pomocí snímání točivého momentu na výstupu motoru

3.1.1 Válcová brzda

Při měření výkonu na válcové brzdě nebo také někdy označované jako válcová výkonová zkušebna, není nutné demontovat motor z vozu, a proto se jedná o jednu z nejrozšířenějších zkušebních metod. Při měření motoru na válcové brzdě ale potřebujeme pro zjištění přesných hodnot znát jednak převodové poměry v převodovce včetně hodnoty stálého převodu, jejich účinnost, ale také hodnoty hmotnosti setrvačnosti všech dílů. Novější válcové zkušebny již si umí tyto hodnoty samy dopočítat například z doběhové zkoušky po měření výkonu.

Metoda je založena na roztáčení zkušebních válců zkušebny pomocí kol vozu poháněných přes převodové ústrojí motorem. Zkušební válce jsou přibrzdňovány pomocí elektrické, hydraulické anebo vířivé brzdy s možností regulace jejího účinku.

3.1.2 Motorová brzda

Měření výkonu motoru na motorové brzdě patří k nejpřesnějším metodám a využívá se spíše k laboratorním měřením. Při měření motoru na tomto zařízení se snímá točivý moment na výstupní hřídeli motoru spolu se snímáním otáček motoru. Výkon motoru se následně ze zjištěného výsledku dopočítává.

Měření výkonu pomocí motorové brzdy má bohužel jednu obrovskou nevýhodu, kterou je nutnost demontáže motoru z vozidla a po ukončení zkoušky montáž motoru zpátky do vozu, protože se motor měří na zkušební stoličce mimo automobil. Z tohoto důvodu toto měření používají například výrobci aut pro měření motorů před zabudováním do auta.

3.1.3 Snímání spalovacího tlaku ve válci

Tato metoda slouží k určení indikovaného výkonu motoru pomocí snímání tlaků ve spalovacím prostoru při současném měření polohy klikové hřídele motoru. Velkou nevýhodou této metody je nutnost vysoké investice při pořizování vysokotlakých snímačů potřebných pro toto měření.

3.1.4 Snímání točivého momentu

Při této metodě snímáme velikost točivého momentu na klikové hřídeli v motoru. Snímání provádíme pomocí speciálních tenzometrických snímačů připevněných na konci klikové hřídele. Senzory zaznamenávají velikosti deformace, díky které můžeme stanovit velikost točivého momentu. Při současném snímání otáček motoru jsme schopni dopočítat také hodnotu efektivního výkonu motoru.

3.2 Metody nepřímé

- měření výkonu motoru metodou vypínání válců
- měření výkonu dynamickou zkouškou

3.2.1 Vypínání válců

Při této metodě snímáme ustálené otáčky nezatíženého víceválcového motoru. Při měření odpojujeme a připojujeme vstřikování paliva do jednotlivých válců.

3.2.2 Dynamická zkouška

V této metodě vycházíme z toho, že hodnotu velikosti točivého momentu a výkonu motoru můžeme vyjádřit na základě známé hodnoty úhlového zrychlení a momentů setrvačností jednotlivých rotačních částí motoru.

3.3 Válcová zkušebna MAHA LPS 2000

Zkušebna byla vybudována v roce 2003 a je umístěna v laboratoři silničních vozidel Institutu dopravy Fakulty strojní Vysoké školy Báňské v Ostravě. Laboratoř silničních vozidel se nachází ve střední škole Technické a dopravní v Ostravě – Vítkovicích.

Pro měření výkonu motoru zvoleného vozu Škoda Felicia je použita výkonová válcová zkušebna MAHA, model LPS 2000, která je osazena sadou válců R100/1. Zkušebna je v provedení s elektromagnetickou brzdou. Na zkušebně je možno:

- měřit výkon při konstantní tažné síle nebo rychlosti
- simulovat vliv jízdních odporů
- kontrolovat tachometr vozidla
- měřit zrychlení



Obr. 17: Pohled na válcovou výkonovou zkušebnu MAHA LPS 2000

Tato válcová zkušebna je určena pro měření výkonu motoru na vozidlech s předním nebo zadním pohonem do maximální rychlosti 260 [km·h⁻¹] a výkonu 260 [kW]. Zkušebna se vyrábí v několika provedeních a výkonových rozsazích. Válcová zkušebna je tvořena těmito prvky:

- řídicí pult s obrazovkou, tiskárnou a klávesnicí
- dálkové ovládání řídicího pultu včetně nabíječky
- sada válců R100/1
- box rozhraní
- snímače otáček
- náporový chladicí ventilátor
- zařízení pro odvod výfukových plynů
- ventilační zařízení zkušebny

Tabulka 4: Parametry válcové výkonové zkušebny MAHA LPS 2000 [2]

MAHA LPS 2000 R100/1	
sada válců	
délka [mm]	3345
šířka [mm]	1100
výška [mm]	520
hmotnost včetně obalu	1400 kg
maximální zátěž os	2,5 t
délka válců	750 mm
stopa minimální	800 mm
stopa maximální	2300 mm
nejmenší měřitelné kolo	12"
průměr válců	318 mm
odstup os válců	540 mm
zdvíhací práh	
pneumatický	min. 8 bar
elektrická data	
data vířivého proudu	260 kW
napojení na síť	230 V / 50 Hz
pojistka	16 A setrvačná
rozsah zobrazení	
maximální rychlost měření	max. 260 km/h
maximální výkon kol	max. 260 kW
maximální tažná síla	max. 6 kN
přesnost měření	±2 %

3.4 Příprava před měřením

3.4.1 Kontrola vozu

Před samotným měřením je potřeba zkontrolovat několik věcí pro bezpečné absolvování zkoušky:

- kontrola provozních kapalin v motoru (stav oleje, chladicí kapaliny apod.)
- kontrola pneumatik na poháněné nápravě (správný rozměr dle technického průkazu, správné nahuštění)
- kontrola dotažení kol, pokud jsou na kolech ozdobné poklice, sundáme je

3.4.2 Ustavení vozu na zkušebně

Po kontrole vozu následuje jeho najetí na válce zkušebny. Po najetí vozidla na válce zkušebny a spuštění stavitelného prahu pomalu protáčíme přední kola vozu tak, aby se vozidlo na zkušebně ustálilo. Jakmile je vozidlo ustaveno na válcích, ukotvíme jej za jeho přední část proti pohybům do boku pomocí lan do připravených otvorů v podlaze zkušebny.



Obr. 18: Zkoušené vozidlo na válcích zkušebny Maha

Dále zajistíme zadní kola pomocí klínů a zatáhneme ruční brzdu vozu. Na konec výfuku vozidla připevníme zařízení pro odsávání výfukových plynů. Před vozidlem

přípevníme náporový chladicí ventilátor z důvodu chlazení motoru při zkoušce. Nakonec vozidlo nastartujeme a necháme zahřát na provozní teplotu motoru.

3.4.3 Zjištění fyzikálních veličin

Pro provedení zkoušky na výkonové válcové zkušebně je potřeba znát přesné otáčky motoru. Ty jsme zjistili pomocí indukčních kleští, které jsme umístili na vysokonapěťový kabel, těsně před zapalovací lištou motoru. Dále jsme také umístili snímač teploty nasávaného vzduchu před vzduchový filtr sání motoru.

Další veličiny a parametry motoru jako je moment setrvačnosti rotačních částí vozidla nebo celkový převodový poměr si zjišťuje program řídicího pultu zkušebny automaticky. Tyto parametry zkušebna zjišťuje v době doběhu roztočených válců při vyšlápnuté spojce.

3.4.4 Korekce měření

Protože je možná odchylka naměřeného výkonu motoru z důvodu odlišné teploty a tlaku, museli jsme nastavit přepočty naměřených hodnot na zkušebně dle normy. Na zkušebně bylo možno nastavit několik norem pro korekci výsledků měření, při měření vozidla Škoda Felicia byla použita korekce výsledků dle normy DIN 70020.

Pro správný výpočet korigovaného výkonu motoru dle normy DIN 70020 musí být splněny následující podmínky:

- Tlak vzduchu p_D v rozmezí 80 až 110 [kPa]
- Teplota nasávaného vzduchu pro zážehové motory v rozmezí 288 až 308 [K]

Výpočet korigovaného výkonu spalovacího motoru P_{kor} můžeme spočítat dle následujícího vztahu:

$$P_{kor} = \alpha \cdot P_m \text{ [kW]} \quad [3] \text{ (15)}$$

P_{kor} korigovaný výkon motoru [kW]

α korekční součinitel [-]

P_m naměřený výkon motoru [kW]

Výpočet korekčního součinitele α [-] dle normy DIN 70020 se provádí podle následujícího vztahu:

$$\alpha = \left(\frac{p_0}{p_d}\right) \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{0,5} \quad [-] \quad [3] \quad (16)$$

α	korekční součinitel [-]
p_0	referenční tlak $p_0 = 101,325$ [kPa]
p_d	atmosférický tlak [kPa]
T	absolutní hodnota nasávaného vzduchu do motoru [K]
T_0	referenční teplota $T_0 = 293,15$ [K]

3.5 Měření vozidla

Po předchozí přípravě vozidla na zkoušku a zahřátí motoru vozidla na jeho provozní teplotu již můžeme přejít k samotné zkoušce.

Na řídicím pultu zkušební stanice MAHA LPS 2000 vybereme položku měření výkonu motoru a následně kontinuální měření. Nastavíme typ motoru, počet válců a rozmezí, ve kterém chceme měření provést.

Po nastavení všech parametrů můžeme se zkouškou začít. S vozidlem se pozvolně rozjíždíme a řadíme rychlostní stupně, až se dostaneme na předposlední, v našem případě čtvrtý rychlostní stupeň. Při řazení a rozjíždění vozidla musíme dbát na to, abychom nepřekročili rychlost $50 \text{ [km} \cdot \text{h}^{-1}]$, protože v tomto bodě začíná zkušebna měřit. Jakmile máme zařazený čtvrtý rychlostní stupeň, sešlápneme plynový pedál naplno a necháme motor zrychlovat až do jeho maximálních otáček. Jakmile dosáhneme maximálních otáček, vyšlápneme spojku, ubereme plyn a vyřadíme zařazenou rychlost. Rychlost necháme pozvolna klesat až do bodu, kdy se kola vozidla a válce zkušebny zastaví. V žádném případě se nesmí při doběhu válců s vozidlem brzdít, protože zkušebna si zaznamenává valivé ztráty a hodnoty by se při brzdění zkreslily a staly by se nepoužitelnými.



Obr. 19: Škoda Felicia při měření výkonu na válcové zkušebně

Po měření lze na řídicím pultu válcové zkušebny pomocí kláves zobrazit různé naměřené hodnoty a typy diagramů, popřípadě naměřené hodnoty vytisknout pomocí vestavěné tiskárny.

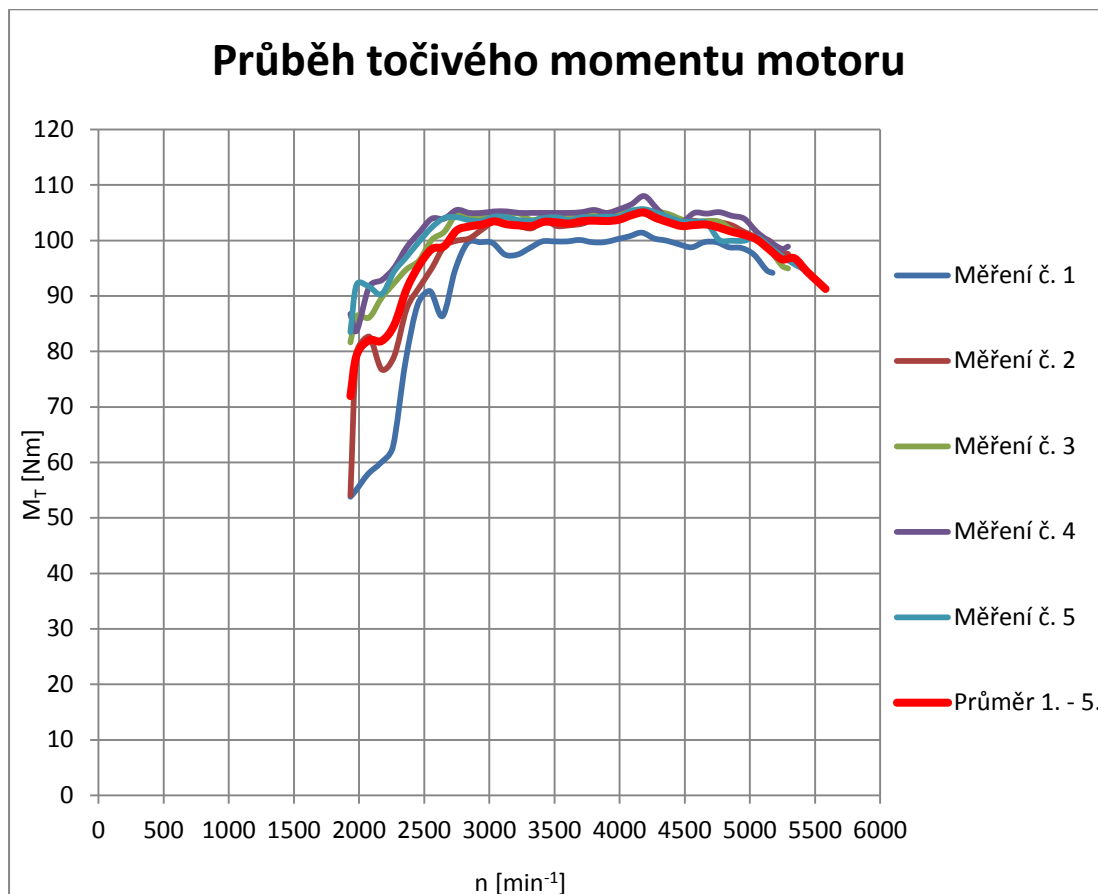
Na válcové zkušebně jsme provedli celkem 5 po sobě jdoucích měření výkonu a točivého momentu na voze Škoda Felicia a jedno měření k ověření ukazatele rychlosti.

Všech pět protokolů o měření výkonu a jednoho protokolu s kontrolou tachometru přikládám v příloze C.

4 Vyhodnocení a porovnání výsledků

4.1 Vyhodnocení naměřeného točivého momentu

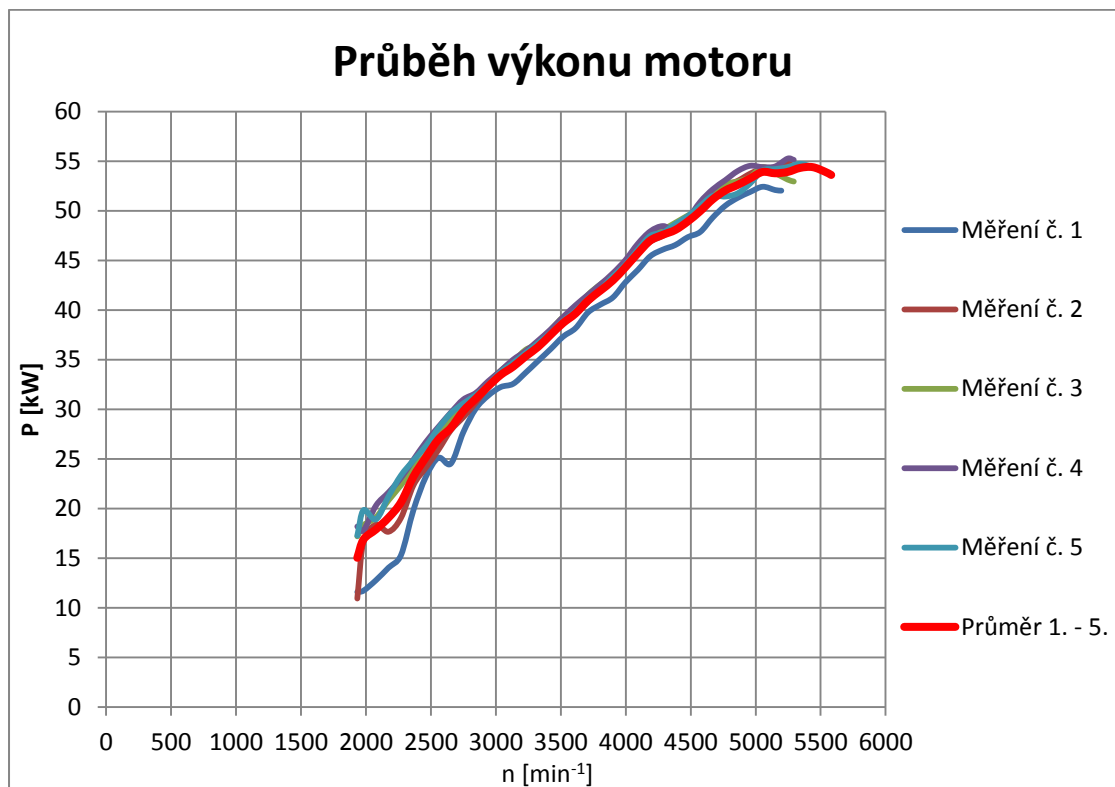
Z protokolu s výsledky měření jsem sestavil graf ukazující průběh točivého momentu motoru v závislosti na jeho otáčkách. Tento graf je znázorněn na obr. č. 20 - Grafické znázornění naměřeného točivého momentu, červenou barvou je vyznačena průměrná hodnota točivého momentu dopočítaná ze všech provedených měření.



Obr. 20: Grafické znázornění naměřeného točivého momentu

4.2 Vyhodnocení naměřeného výkonu motoru

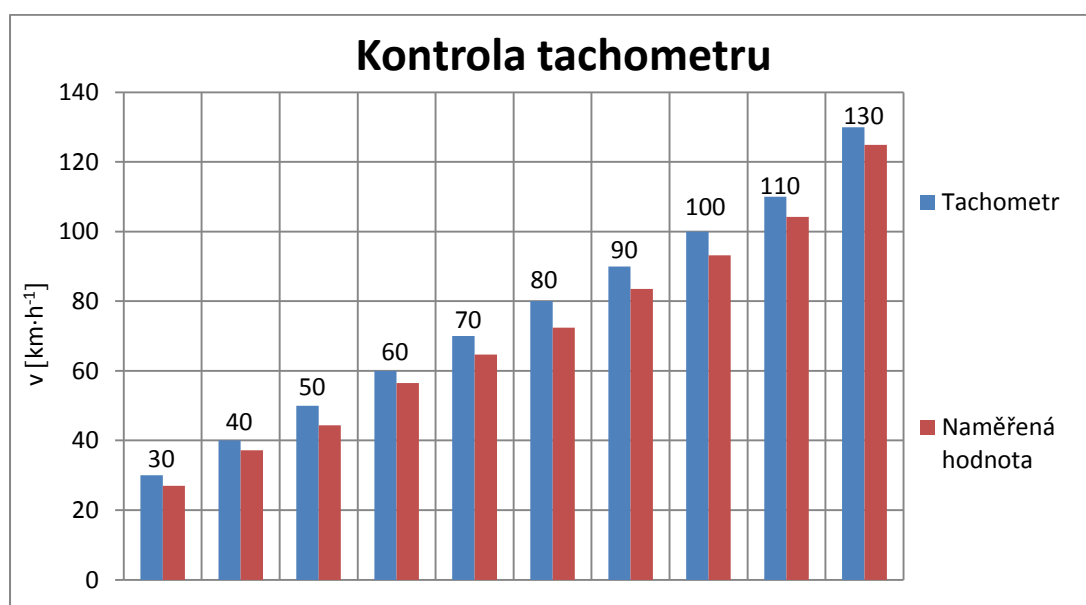
Naměřený průběh výkonu motoru ve zvoleném vozidle v závislosti na jeho otáčkách je uveden v grafu na obr. č. 21 - Grafické znázornění naměřeného výkonu vozidla. Jedná se o hodnoty korigovaného výkonu motoru P_{kor} [kW] přepočítané pomocí normy DIN 70020. Červenou barvou je pak v grafu znázorněn dopočítaný průměrný korigovaný výkon motoru ze všech pěti měření. Protokoly z měření naleznete v příloze C této bakalářské práce.



Obr. 21: Grafické znázornění naměřeného výkonu vozidla

4.3 Graf kontroly tachometru

Při měření na válcové zkušebně byla také provedena kontrola ukazatele rychlosti tachometru vozidla. Toto měření je pouze informativní, proto bylo provedeno pouze jednou. Naměřené hodnoty můžete nalézt v grafu na obr. č. 22.

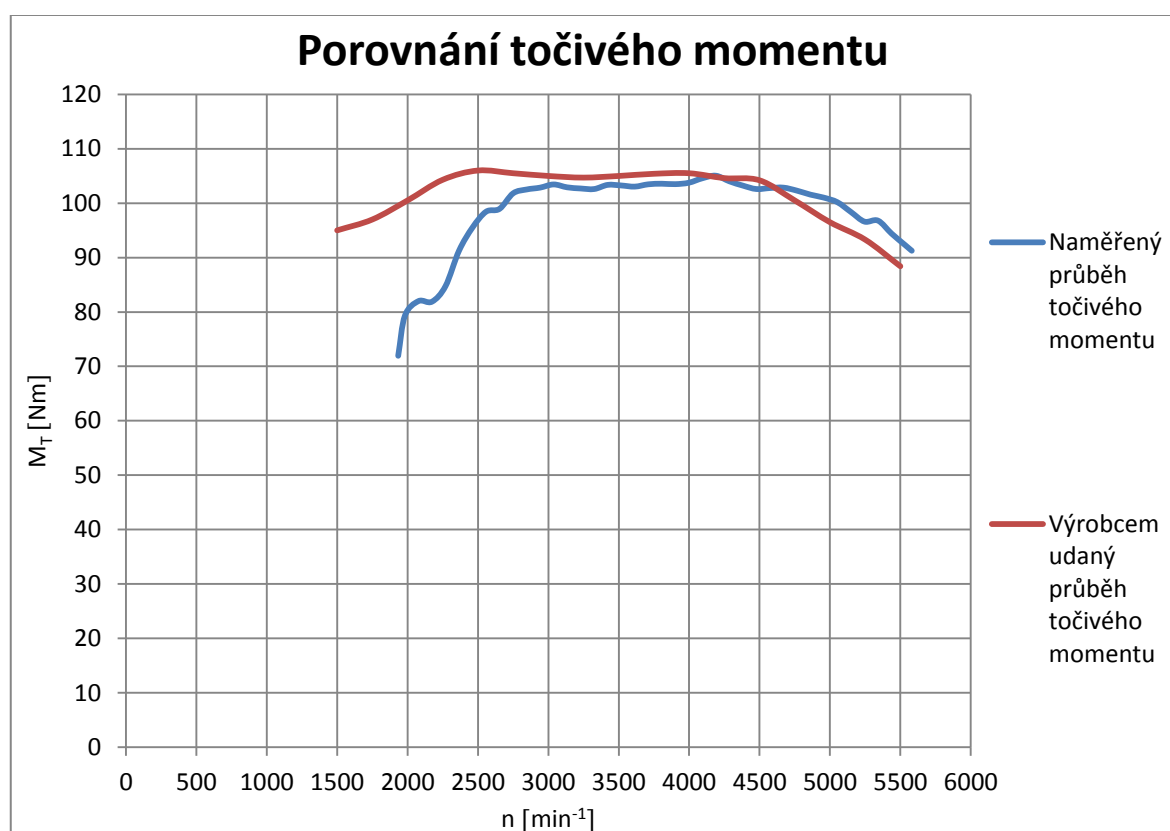


Obr. 22: Grafické znázornění kontroly tachometru

Kontrolu tachometru jsme prováděli v rychlostech 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 a 130 [km·h⁻¹]. Z grafu na obr. č. 22 – Grafické znázornění kontroly tachometru, je patrné, že tachometr ve vozidle ukazoval ve všech měřených případech rychlosti vyšší, než byla skutečná. Odchyłky od skutečné rychlosti byly v rozmezí 3 až 6 [km·h⁻¹].

4.4 Porovnání točivého momentu motoru

Pro porovnání točivého momentu motoru jsem složil graf, který udává výrobce vozu, s průměrnou hodnotu dopočítanou z pěti měření provedených na válcové zkušebně MAHA LPS 2000.



Obr. 23: Porovnání točivého momentu motoru

Z grafu na obr. č. 23 – Porovnání točivého momentu motoru, je zřejmé, že průměrná hodnota točivého momentu motoru dopočtená z naměřených hodnot je hlavně v nižších otáčkách motoru do 2600 [min⁻¹] výrazně nižší, než hodnota udávaná výrobcem vozu.

V rozmezí 2700 až 4600 $[\text{min}^{-1}]$ je naměřený průběh točivého momentu motoru odlišný pouze o hodnoty 1 až 2 $[\text{Nm}]$, což spadá do tolerance ± 2 [%] přesnosti měření na válcové zkušebně MAHA LPS 2000.

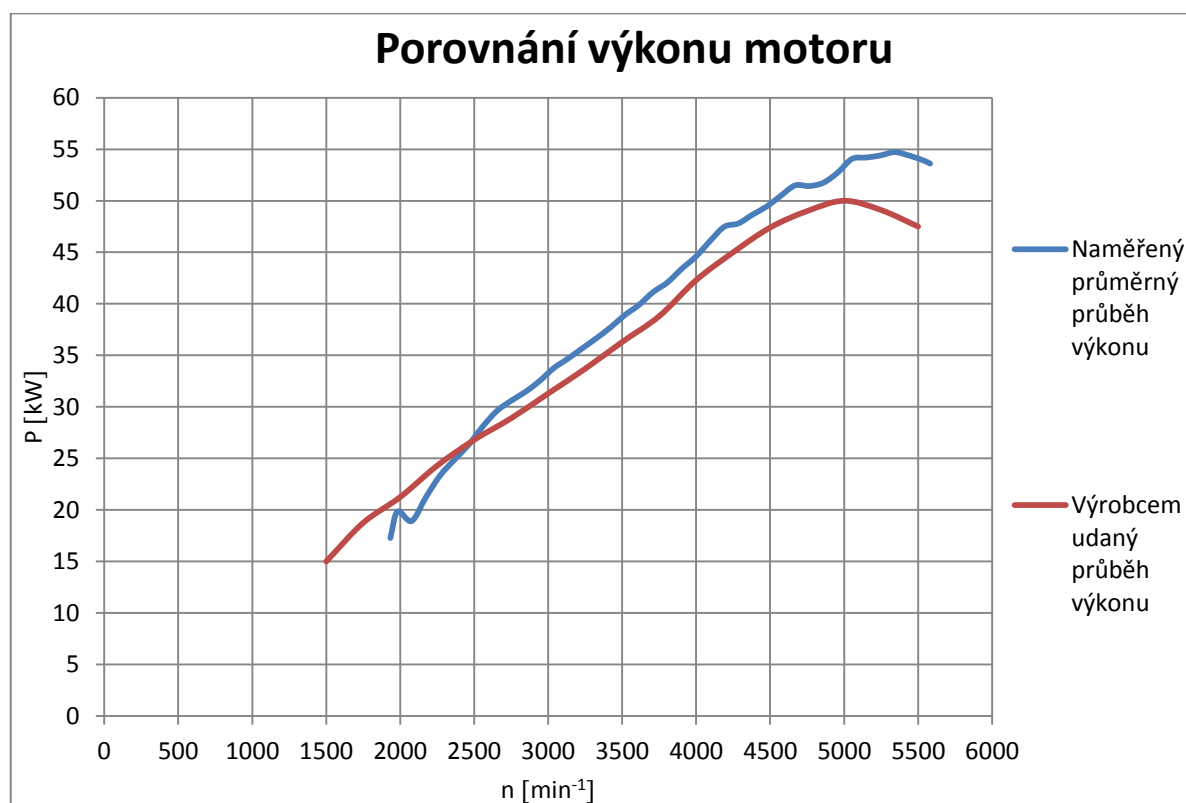
Při otáčkách motoru nad 4600 $[\text{min}^{-1}]$ již má vyšší točivý moment měřený vůz, nicméně po odečtení možné chyby měření válcové zkušebny se již v porovnání s hodnotami udanými výrobcem příliš neliší.

Tabulka 5: Porovnání točivého momentu

otáčky motoru n $[\text{s}^{-1}]$	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
Točivý moment udaný výrobcem $[\text{Nm}]$	100,5	106,0	105,0	105,0	105,5	104,2	96,5	88,4
Naměřený průměrný točivý moment $[\text{Nm}]$	79,5	96,8	103,2	103,3	104,5	102,7	100,8	93,2

4.5 Porovnání výkonu motoru

Při porovnávání průběhu výkonu motoru jsem opět použil formu grafu, do kterého jsem vložil výkonový průběh udaný výrobcem a průměrný průběh, který byl naměřen na válcové zkušebně a vypočítán z pěti měření.



Obr. 24: Porovnání výkonu motoru

Po grafickém porovnání průběhů výkonu motoru je patrné, že u otáček motoru do 2500 [min⁻¹] má motor dle výkonového průběhu výrobce vyšší výkon než naměřené hodnoty na válcové zkušebně.

U otáček motoru vyšších jak 2500 [min⁻¹] je již dopočítaný průměrný výkon ze všech měření vyšší než výkon, který udává výrobce. Výkon motoru se při 3000 [min⁻¹] již liší o 2,2 [kW], při 4000 [min⁻¹] je rozdíl již o 3,4 [kW]. Při 5500 [min⁻¹] byl rozdíl naměřeného a výrobcem udaného výkonu 7,4 [kW], což odpovídá rozdílu 15,6 [%].

Tabulka 6: Porovnání výkonu motoru

otáčky motoru n [s ⁻¹]	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
Výkon motoru udaný výrobcem [kW]	21,3	26,8	31,3	36,3	42,3	47,4	50,0	47,5
Naměřený průměrný výkon motoru [kW]	17,2	26,7	33,5	38,7	45,7	50,0	53,8	54,9

Vzhledem k naměřeným vyšším hodnotám výkonu motoru by mělo být vozidlo dle výpočtů schopno dosáhnout vyšší maximální rychlosti, než udává výrobce. A to o 5 [km·h⁻¹] na 167 [km·h⁻¹] namísto původních 162 [km·h⁻¹]. Škoda Felicia by měla dle výpočtů potřebovat k udržení rychlosti 167 [km·h⁻¹] výkon motoru P_m 54,13 [kW]. Graf potřebného výkonu motoru P_m [kW] v závislosti na rychlosti vozidla v [km·h⁻¹] naleznete na obr. č. 11: Průběh potřebného výkonu motoru k udržení rychlosti v .

Nárůst naměřeného výkonu oproti hodnotám výrobce je možné přisuzovat výbornému zajištění motoru v době, když byl vůz nový. Dále také pak pravidelné a důkladné údržbě majitele, který s vozidlem pravidelně dvakrát za rok jezdí na prohlídky do autorizovaného servisu a v průměru každých 13 000 kilometrů je ve vozidle měněn olej. Vůz jezdí celou dobu také hlavně na paliva tankovaná převážně u značkových čerpacích stanic. V době, kdy bylo vozidlo měřeno, bylo natankováno palivo značky SHELL FUEL SAVE s oktanovým číslem 95.

5 Závěr

První kapitoly jsou věnovány výběru vhodného vozidla pro tuto bakalářskou práci, jeho představení a popisu důležitých informací a technických parametrů zvoleného vozidla.

V druhé kapitole jsem experimentálně zjišťoval čelní plochu vozu, počítal odpory působící proti pohybu vozidla. Také jsem výpočtem stanovil velikosti hnacích sil, zrychlení a možnou stoupavost vozidla.

S vybraným vozidlem jsem provedl kontinuální zkoušku na výkonové válcové zkušebně MAHA LPS 2000, abych zjistil průběhy točivého momentu motoru a velikosti korigovaného výkonu motoru v závislosti na jeho otáčkách. Pro zvýšení přesnosti měření byly výkonové zkoušky vozu opakovány celkem pětkrát, a z jejich výsledků jsem následně dopočítal průměrné hodnoty a zanesl je do grafů.

V závěru této práce jsem porovnával hodnoty točivého momentu motoru od výrobce vozu s hodnotami, které jsem dopočítal jako průměr z provedených měření. Z momentového průběhu je patrné, že měřené vozidlo mělo průběh točivého momentu téměř v celém rozsahu nižší, než udává výrobce. Avšak naměřená hodnota maximálního točivého momentu byla až na 1. měření byla minimálně 106 [Nm], takže se od výrobce liší pouze jejím průběhem, ale ne maximální hodnotou. U průběhu výkonu motoru je situace opačná, zkoušené vozidlo mělo na většině zjištěných průběhů vyšší výkon, než udává výrobce a to s rozdílem od 2,5 až do 6 [kW].

Při měření výkonu na válcové zkušebně zkoušené vozidlo Škoda Felicia najelo 36 kilometrů a spotřebovalo 8,4 litru paliva, což je při přepočtu na 100 [km] více jak 20 litrů paliva.

Hodnota maximálního korigovaného výkonu a točivého momentu, kterého vozidlo při jednotlivých zkouškách dosáhlo, byla ve čtvrté zkoušce a to 56 [kW] při 5350 [min^{-1}] a rychlosti 135 [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]. Hodnota točivého momentu byla při tomto měření na hodnotě 108 [Nm] při 4200 [min^{-1}]. Naopak nejnižší maximální hodnota korigovaného výkonu motoru byla zjištěna při prvním měření, kdy bylo naměřeno 52,5 [kW] při 5130 [min^{-1}]. Točivý moment při tomto měření měl hodnotu 102 [Nm] při 4140 [min^{-1}].

6 Seznam literatury

- [1] MATĚJKA, Rostislav. *Vozidla silniční dopravy I*. Bratislava: Alfa Bratislava, 1990, 213 s. ISBN 80-05-00392-7
- [2] Návod k obsluze, *Válcová zkušební stanice funkcí a výkonu LPS 2000 pro osobní auta, nákladní auta a motocykly*, MAHA Consulting s.r.o., 1. vyd., 1996, 64s
- [3] DIN 70020. *Teil 3 Kraftfahrzeugbau*. 1986
- [4] Plšek, B. *Škoda Felicia opravy, seřizování a údržba*, Brno: Computer Press, a.s., 1. vyd., 2006, 200 s. ISBN 80-7226-708-6
- [5] Felicia - ŠKODA AUTO Česká republika: ŠKODA Felicia. [online]. 2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/cze/model/olders/models/pages/felicia.aspx>
- [6] Felicia Combi - ŠKODA AUTO Česká republika: ŠKODA Felicia Combi. [online]. 2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/cze/model/olders/models/pages/feliciacombi.aspx>
- [7] Pickup, Felicia FUN - ŠKODA AUTO Česká republika: ŠKODA Pickup, Felicia FUN. [online]. 2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/cze/model/olders/models/pages/feliciapickup.aspx>
- [8] Škoda Felicia - Wikipedie: Škoda Felicia. [online]. 2012, naposledy editována 16. 4. 2012 v 23:14. [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_Felicia
- [9] Pneumatika - Wikipedie: Pneumatika. [online]. 2012, naposledy editována 4. 4. 2012 v 08:20. [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pneumatika>
- [10] *AUTOMOBIL REVUE 8/'96: SPECIAL automobil 4/'96*. Praha: Business Media CZ, 1996, roč. 96, č. 8.

[11] Skoda - Felicia pictures photos pics images gallery: Gallery of Skoda Felicia. [online]. 2004-2012. [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.allcarpictures.com/skoda/felicia-pictures.htm>

[12] Rolling Resistance: Rolling friction and rolling resistance. [online]. 2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: http://www.engineeringtoolbox.com/rolling-friction-resistance-d_1303.html

[13] Mechanika v dopravě: Pohyb silničních vozidel. *Pohyb silničních vozidel* [online]. [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Moodle/2_4.pdf

7 Seznam příloh

7.1 PŘÍLOHA A – výpočty jízdních odporů a výkonu motoru

Tabulka odporů a potřebného výkonu k udržení rychlosti v							
v [km·h ⁻¹]	O _v [N]	f [-]	O _f [N]	O _f + O _v [N]	F _{pp} [N]	P _k [kW]	P _m [kW]
0	0,00	0,00000	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
1	0,03	0,00911	96,96	96,99	97,0	0,03	0,03
2	0,13	0,00911	96,97	97,10	97,1	0,05	0,06
3	0,29	0,00912	96,99	97,28	97,3	0,08	0,09
4	0,51	0,00912	97,02	97,54	97,5	0,11	0,11
5	0,80	0,00912	97,06	97,86	97,9	0,14	0,14
6	1,16	0,00913	97,11	98,26	98,3	0,16	0,17
7	1,57	0,00913	97,16	98,73	98,7	0,19	0,20
8	2,06	0,00914	97,22	99,28	99,3	0,22	0,23
9	2,60	0,00914	97,29	99,89	99,9	0,25	0,26
10	3,21	0,00915	97,37	100,58	100,6	0,28	0,29
11	3,89	0,00916	97,46	101,34	101,3	0,31	0,33
12	4,62	0,00917	97,55	102,18	102,2	0,34	0,36
13	5,43	0,00918	97,66	103,09	103,1	0,37	0,39
14	6,29	0,00919	97,77	104,06	104,1	0,40	0,43
15	7,23	0,00920	97,89	105,12	105,1	0,44	0,46
16	8,22	0,00921	98,02	106,24	106,2	0,47	0,50
17	9,28	0,00923	98,16	107,44	107,4	0,51	0,53
18	10,40	0,00924	98,30	108,71	108,7	0,54	0,57
19	11,59	0,00925	98,46	110,05	110,0	0,58	0,61
20	12,85	0,00927	98,62	111,46	111,5	0,62	0,65
21	14,16	0,00928	98,79	112,95	113,0	0,66	0,69
22	15,54	0,00930	98,97	114,51	114,5	0,70	0,74
23	16,99	0,00932	99,15	116,14	116,1	0,74	0,78
24	18,50	0,00934	99,35	117,85	117,8	0,79	0,83
25	20,07	0,00936	99,55	119,62	119,6	0,83	0,87
26	21,71	0,00938	99,77	121,47	121,5	0,88	0,92
27	23,41	0,00940	99,99	123,40	123,4	0,93	0,97
28	25,18	0,00942	100,21	125,39	125,4	0,98	1,03
29	27,01	0,00944	100,45	127,46	127,5	1,03	1,08
30	28,90	0,00946	100,70	129,60	129,6	1,08	1,14
31	30,86	0,00949	100,95	131,81	131,8	1,14	1,19
32	32,88	0,00951	101,21	134,10	134,1	1,19	1,25
33	34,97	0,00954	101,48	136,45	136,5	1,25	1,32
34	37,12	0,00956	101,76	138,88	138,9	1,31	1,38
35	39,34	0,00959	102,05	141,39	141,4	1,37	1,45
36	41,62	0,00962	102,34	143,96	144,0	1,44	1,52
37	43,96	0,00965	102,65	146,61	146,6	1,51	1,59

38	46,37	0,00968	102,96	149,33	149,3	1,58	1,66
39	48,85	0,00971	103,28	152,12	152,1	1,65	1,73
40	51,38	0,00974	103,61	154,99	155,0	1,72	1,81
41	53,98	0,00977	103,94	157,93	157,9	1,80	1,89
42	56,65	0,00980	104,29	160,94	160,9	1,88	1,98
43	59,38	0,00983	104,64	164,02	164,0	1,96	2,06
44	62,17	0,00987	105,00	167,18	167,2	2,04	2,15
45	65,03	0,00990	105,37	170,40	170,4	2,13	2,24
46	67,95	0,00994	105,75	173,70	173,7	2,22	2,34
47	70,94	0,00998	106,14	177,08	177,1	2,31	2,43
48	73,99	0,01001	106,53	180,52	180,5	2,41	2,53
49	77,11	0,01005	106,94	184,04	184,0	2,51	2,64
50	80,28	0,01009	107,35	187,63	187,6	2,61	2,74
51	83,53	0,01013	107,77	191,30	191,3	2,71	2,85
52	86,84	0,01017	108,20	195,03	195,0	2,82	2,97
53	90,21	0,01021	108,63	198,84	198,8	2,93	3,08
54	93,64	0,01025	109,08	202,72	202,7	3,04	3,20
55	97,14	0,01029	109,53	206,67	206,7	3,16	3,32
56	100,71	0,01034	109,99	210,70	210,7	3,28	3,45
57	104,34	0,01038	110,46	214,80	214,8	3,40	3,58
58	108,03	0,01043	110,94	218,97	219,0	3,53	3,71
59	111,79	0,01047	111,42	223,21	223,2	3,66	3,85
60	115,61	0,01052	111,92	227,53	227,5	3,79	3,99
61	119,50	0,01057	112,42	231,92	231,9	3,93	4,14
62	123,45	0,01061	112,93	236,38	236,4	4,07	4,29
63	127,46	0,01066	113,45	240,91	240,9	4,22	4,44
64	131,54	0,01071	113,98	245,52	245,5	4,36	4,59
65	135,68	0,01076	114,52	250,20	250,2	4,52	4,76
66	139,89	0,01081	115,06	254,95	254,9	4,67	4,92
67	144,16	0,01087	115,61	259,77	259,8	4,83	5,09
68	148,49	0,01092	116,18	264,67	264,7	5,00	5,26
69	152,89	0,01097	116,75	269,64	269,6	5,17	5,44
70	157,36	0,01103	117,32	274,68	274,7	5,34	5,62
71	161,89	0,01108	117,91	279,80	279,8	5,52	5,81
72	166,48	0,01114	118,50	284,98	285,0	5,70	6,00
73	171,13	0,01119	119,11	290,24	290,2	5,89	6,20
74	175,86	0,01125	119,72	295,57	295,6	6,08	6,40
75	180,64	0,01131	120,34	300,98	301,0	6,27	6,60
76	185,49	0,01137	120,96	306,45	306,5	6,47	6,81
77	190,40	0,01143	121,60	312,00	312,0	6,67	7,02
78	195,38	0,01149	122,24	317,63	317,6	6,88	7,24
79	200,42	0,01155	122,90	323,32	323,3	7,10	7,47
80	205,53	0,01161	123,56	329,09	329,1	7,31	7,70
81	210,70	0,01168	124,23	334,93	334,9	7,54	7,93
82	215,93	0,01174	124,91	340,84	340,8	7,76	8,17

83	221,23	0,01180	125,59	346,82	346,8	8,00	8,42
84	226,60	0,01187	126,29	352,88	352,9	8,23	8,67
85	232,02	0,01193	126,99	359,01	359,0	8,48	8,92
86	237,51	0,01200	127,70	365,21	365,2	8,72	9,18
87	243,07	0,01207	128,42	371,49	371,5	8,98	9,45
88	248,69	0,01214	129,14	377,83	377,8	9,24	9,72
89	254,37	0,01221	129,88	384,25	384,3	9,50	10,00
90	260,12	0,01228	130,62	390,75	390,7	9,77	10,28
91	265,93	0,01235	131,38	397,31	397,3	10,04	10,57
92	271,81	0,01242	132,14	403,95	403,9	10,32	10,87
93	277,75	0,01249	132,91	410,66	410,7	10,61	11,17
94	283,76	0,01256	133,68	417,44	417,4	10,90	11,47
95	289,83	0,01264	134,47	424,30	424,3	11,20	11,79
96	295,96	0,01271	135,26	431,22	431,2	11,50	12,10
97	302,16	0,01279	136,07	438,22	438,2	11,81	12,43
98	308,42	0,01286	136,88	445,30	445,3	12,12	12,76
99	314,75	0,01294	137,70	452,44	452,4	12,44	13,10
100	321,14	0,01302	138,52	459,66	459,7	12,77	13,44
101	327,59	0,01310	139,36	466,95	467,0	13,10	13,79
102	334,11	0,01318	140,20	474,31	474,3	13,44	14,15
103	340,70	0,01326	141,05	481,75	481,7	13,78	14,51
104	347,34	0,01334	141,91	489,26	489,3	14,13	14,88
105	354,06	0,01342	142,78	496,84	496,8	14,49	15,25
106	360,83	0,01350	143,66	504,49	504,5	14,85	15,64
107	367,67	0,01358	144,55	512,22	512,2	15,22	16,03
108	374,58	0,01367	145,44	520,01	520,0	15,60	16,42
109	381,54	0,01375	146,34	527,89	527,9	15,98	16,82
110	388,58	0,01384	147,25	535,83	535,8	16,37	17,23
111	395,67	0,01393	148,17	543,84	543,8	16,77	17,65
112	402,84	0,01401	149,10	551,93	551,9	17,17	18,07
113	410,06	0,01410	150,03	560,09	560,1	17,58	18,51
114	417,35	0,01419	150,98	568,33	568,3	18,00	18,94
115	424,71	0,01428	151,93	576,63	576,6	18,42	19,39
116	432,12	0,01437	152,89	585,01	585,0	18,85	19,84
117	439,61	0,01446	153,86	593,46	593,5	19,29	20,30
118	447,15	0,01455	154,83	601,99	602,0	19,73	20,77
119	454,76	0,01464	155,82	610,58	610,6	20,18	21,25
120	462,44	0,01474	156,81	619,25	619,3	20,64	21,73
121	470,18	0,01483	157,81	627,99	628,0	21,11	22,22
122	477,98	0,01493	158,82	636,81	636,8	21,58	22,72
123	485,85	0,01502	159,84	645,69	645,7	22,06	23,22
124	493,78	0,01512	160,87	654,65	654,7	22,55	23,74
125	501,78	0,01522	161,90	663,68	663,7	23,04	24,26
126	509,84	0,01531	162,95	672,79	672,8	23,55	24,79
127	517,96	0,01541	164,00	681,96	682,0	24,06	25,32

128	526,15	0,01551	165,06	691,21	691,2	24,58	25,87
129	534,41	0,01561	166,13	700,53	700,5	25,10	26,42
130	542,72	0,01571	167,20	709,93	709,9	25,64	26,99
131	551,11	0,01582	168,29	719,39	719,4	26,18	27,56
132	559,55	0,01592	169,38	728,93	728,9	26,73	28,13
133	568,06	0,01602	170,48	738,54	738,5	27,29	28,72
134	576,64	0,01613	171,59	748,23	748,2	27,85	29,32
135	585,27	0,01623	172,71	757,99	758,0	28,42	29,92
136	593,98	0,01634	173,84	767,82	767,8	29,01	30,53
137	602,74	0,01644	174,97	777,72	777,7	29,60	31,15
138	611,58	0,01655	176,12	787,69	787,7	30,19	31,78
139	620,47	0,01666	177,27	797,74	797,7	30,80	32,42
140	629,43	0,01677	178,43	807,86	807,9	31,42	33,07
141	638,46	0,01688	179,59	818,05	818,0	32,04	33,73
142	647,54	0,01699	180,77	828,31	828,3	32,67	34,39
143	656,70	0,01710	181,96	838,65	838,7	33,31	35,07
144	665,91	0,01721	183,15	849,06	849,1	33,96	35,75
145	675,19	0,01733	184,35	859,54	859,5	34,62	36,44
146	684,54	0,01744	185,56	870,10	870,1	35,29	37,14
147	693,95	0,01755	186,78	880,73	880,7	35,96	37,86
148	703,42	0,01767	188,00	891,42	891,4	36,65	38,58
149	712,96	0,01779	189,24	902,20	902,2	37,34	39,31
150	722,56	0,01790	190,48	913,04	913,0	38,04	40,05
151	732,23	0,01802	191,73	923,96	924,0	38,75	40,79
152	741,96	0,01814	192,99	934,95	934,9	39,48	41,55
153	751,75	0,01826	194,26	946,01	946,0	40,21	42,32
154	761,61	0,01838	195,54	957,15	957,1	40,94	43,10
155	771,54	0,01850	196,82	968,35	968,4	41,69	43,89
156	781,52	0,01862	198,11	979,63	979,6	42,45	44,69
157	791,57	0,01874	199,41	990,99	991,0	43,22	45,49
158	801,69	0,01886	200,72	1002,41	1002,4	43,99	46,31
159	811,87	0,01899	202,04	1013,91	1013,9	44,78	47,14
160	822,11	0,01911	203,37	1025,48	1025,5	45,58	47,98
161	832,42	0,01924	204,70	1037,12	1037,1	46,38	48,82
162	842,80	0,01936	206,04	1048,84	1048,8	47,20	49,68

7.2 PŘÍLOHA B – výpočty parametrů vozu dle rychlostních stupňů

I. Rychlostní stupeň							
n [s ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v [m·s ⁻¹]	v _{MAX} [km·h ⁻¹]	F _k [N]	δ [-]	a [m·s ⁻²]	s [°]
25,0	1500	2,4559	8,841	5772,3526	1,1896	4,4704	32,8381
33,3	2000	3,2746	11,788	6106,5414		4,7279	34,9940
41,7	2500	4,0932	14,736	6440,7303		4,9848	37,2046
50,0	3000	4,9118	17,683	6379,9687		4,9354	36,7743
58,3	3500	5,7305	20,630	6379,9687		4,9326	36,7499
66,7	4000	6,5491	23,577	6410,3495		4,9529	36,9262
75,0	4500	7,3678	26,524	6331,3594		4,8880	36,3642
83,3	5000	8,1864	29,471	5863,4950		4,5214	33,2605
91,7	5500	9,0050	32,418	5371,3260		4,1355	30,1086

II. Rychlostní stupeň							
n [s ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v [m·s ⁻¹]	v _{MAX} [km·h ⁻¹]	F _k [N]	δ [-]	a [m·s ⁻²]	s [°]
25,0	1500	4,3451	15,642	3262,6341	1,0752	2,7900	17,8119
33,3	2000	5,7935	20,856	3451,5234		2,9467	18,8487
41,7	2500	7,2418	26,071	3640,4128		3,1019	19,8820
50,0	3000	8,6902	31,285	3606,0692		3,0642	19,6306
58,3	3500	10,1385	36,499	3606,0692		3,0545	19,5657
66,7	4000	11,5869	41,713	3623,2410		3,0580	19,5890
75,0	4500	13,0353	46,927	3578,5944		3,0070	19,2493
83,3	5000	14,4836	52,141	3314,1494		2,7661	17,6540
91,7	5500	15,9320	57,355	3035,9669		2,5119	15,9858

III. Rychlostní stupeň							
n [s ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v [m·s ⁻¹]	v _{MAX} [km·h ⁻¹]	F _k [N]	δ [-]	a [m·s ⁻²]	s [°]
25,0	1500	6,4878	23,356	2185,0898	1,0456	1,9107	11,7542
33,3	2000	8,6504	31,141	2311,5950		2,0102	12,3758
41,7	2500	10,8130	38,927	2438,1002		2,1062	12,9773
50,0	3000	12,9756	46,712	2415,0993		2,0671	12,7320
58,3	3500	15,1382	54,498	2415,0993		2,0448	12,5924
66,7	4000	17,3008	62,283	2426,5997		2,0292	12,4948
75,0	4500	19,4634	70,068	2396,6985		1,9736	12,1476
83,3	5000	21,6260	77,854	2219,5912		1,7849	10,9708
91,7	5500	23,7886	85,639	2033,2836		1,5847	9,7272

IV. Rychlostní stupeň							
$n [s^{-1}]$	$n [min^{-1}]$	$v [m \cdot s^{-1}]$	$v_{MAX} [km \cdot h^{-1}]$	$F_k [N]$	$\delta [-]$	$a [m \cdot s^{-2}]$	$s [^\circ]$
25,0	1500	8,7192	31,389	1625,8793	1,0348	1,4199	8,6171
33,3	2000	11,6257	41,852	1720,0092		1,4818	8,9959
41,7	2500	14,5321	52,315	1814,1390		1,5374	9,3368
50,0	3000	17,4385	62,779	1797,0245		1,4878	9,0325
58,3	3500	20,3449	73,242	1797,0245		1,4470	8,7833
66,7	4000	23,2513	83,705	1805,5818		1,4077	8,5427
75,0	4500	26,1577	94,168	1783,3329		1,3347	8,0963
83,3	5000	29,0641	104,631	1651,5511		1,1578	7,0176
91,7	5500	31,9706	115,094	1512,9235		0,9686	5,8663

V. Rychlostní stupeň							
$n [s^{-1}]$	$n [min^{-1}]$	$v [m \cdot s^{-1}]$	$v_{MAX} [km \cdot h^{-1}]$	$F_k [N]$	$\delta [-]$	$a [m \cdot s^{-2}]$	$s [^\circ]$
25,0	1500	11,2517	40,506	1259,9407	1,0295	1,0808	6,5148
33,3	2000	15,0022	54,008	1332,8846		1,1094	6,6881
41,7	2500	18,7528	67,510	1405,8285		1,1275	6,7979
50,0	3000	22,5033	81,012	1392,5660		1,0580	6,3769
58,3	3500	26,2539	94,514	1392,5660		0,9899	5,9647
66,7	4000	30,0045	108,016	1399,1973		0,9172	5,5253
75,0	4500	33,7550	121,518	1381,9560		0,8126	4,8939
83,3	5000	37,5056	135,020	1279,8345		0,6216	3,7417
91,7	5500	41,2561	148,522	1172,4079		0,4154	2,4993

7.3 PŘÍLOHA C – protokoly z měření na zkušebně Maha

7.3.1 Měření č. 1



Diagnostika výkonu

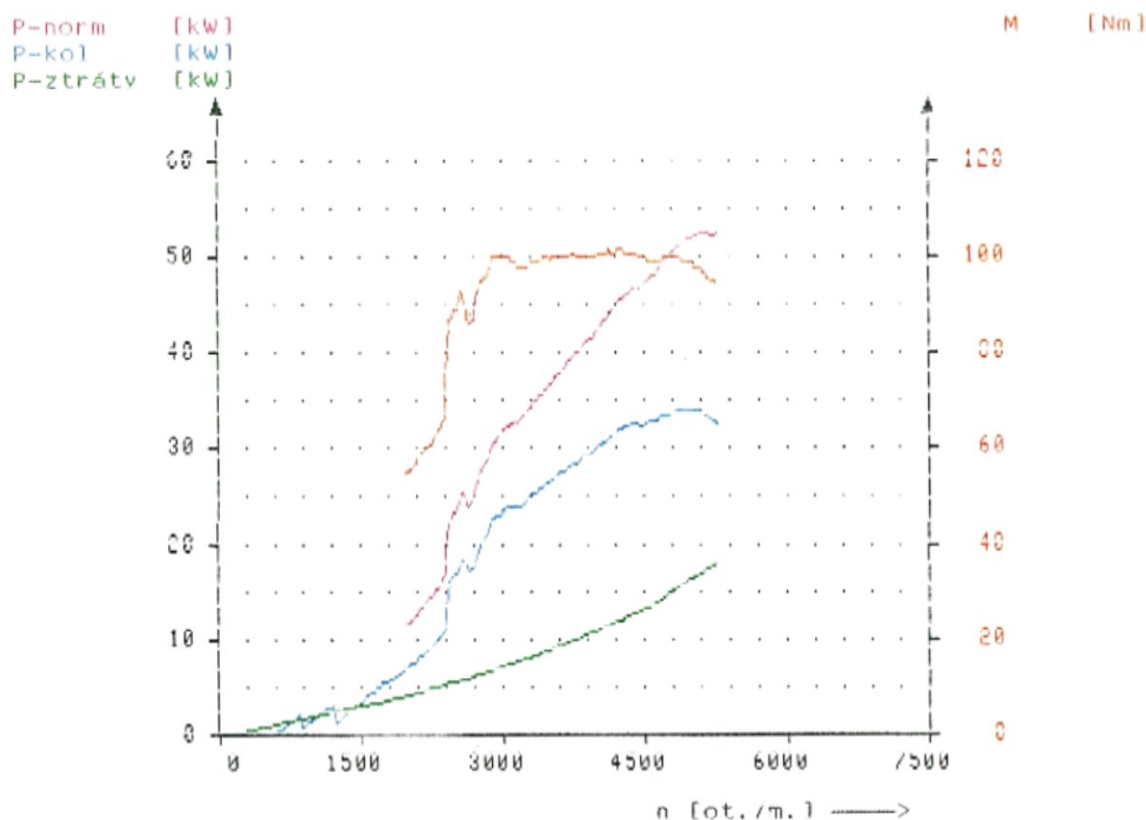
VSB-TU Ostrava, Institut dopravy
17 Listopadu 15 -
CZ - 70833 Ostrava

Typ vozidla : Skoda Felicia
Typ motoru : Zážehový motor
SPZ : OCM 1095
Technik : Galvas Jirí

Datum : 09.05.12

Čas : 10:13

Program-Verze V 1.40 Regulátor-Verze V 1.10 Měřicí Box-Verze V 1.05



Údaje o výkonu vozidla:

Korigovaný výkon P-norm : 52,5 kW (71,4 PS) dle Normy DIN 70020
Výkon motoru P-mot : 51,0 kW (69,3 PS)
Výkon na kole P-kol : 34,0 kW (46,2 PS)
Ztrátový výkon P-ztráty : 17,0 kW (23,1 PS)
Maximální výkon při 129 km/h případně 5130 ot./m.

Točivý moment M : 102 Nm
Maximální točivý moment při 104 km/h případně 4140 ot./m.

Maximální rychlost : 134 km/h
Maximální otáčky : 5330 ot./min

Tlak vzduchu	: 994 mbar	Teplota vzduchu	: 29 °C
Tlak 1	: --- mbar	Teplota oleje	: 20 °C
Tlak 2	: --- mbar	Tepl.emis.olvnů	: --- °C

7.3.2 Měření č. 2



Diagnostika výkonu

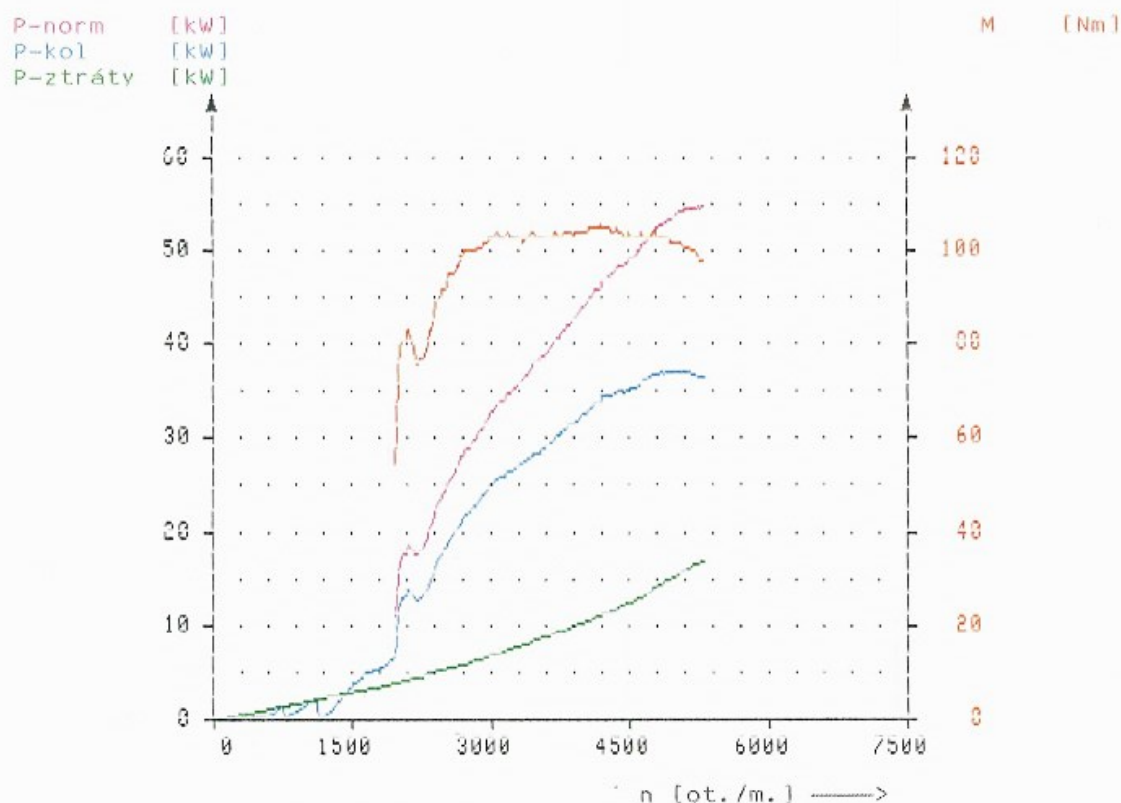
VSB-TU Ostrava, Institut dopravy
17. listopadu 15
CZ - 70833 Ostrava

Typ vozidla : Skoda Felicia 2
Typ motoru : Zážehový motor
SPZ : OCM 1095
Technik : Galvas Jiri

Datum : 09.05.12

Čas : 10:20

Program-Verze V 1.40 Regulátor-Verze V 1.10 Měřicí Box-Verze V 1.05



Údaje o výkonu vozidla:

Koridovaný výkon P-norm : 55.0 kW (74.8 PS) dle Normy DIN 70020
Výkon motoru P-mot : 53.5 kW (72.7 PS)
Výkon na kole P-kol : 36.5 kW (49.6 PS)
Ztrátový výkon P-ztráty : 17.0 kW (23.1 PS)
Maximální výkon při 134 km/h případně 5320 ot./m.

Točivý moment M : 106 Nm
Maximální točivý moment při 107 km/h případně 4250 ot./m.

Maximální rychlost : 135 km/h
Maximální otáčky : 5360 ot./min

Tlak vzduchu : 994 mbar Teplota vzduchu : 25 °C
Tlak 1 : --- mbar Teplota oleje : 21 °C
Tlak 2 : --- mbar Tepl.emis.plynů : --- °C

7.3.3 Měření č. 3



Diagnostika výkonu

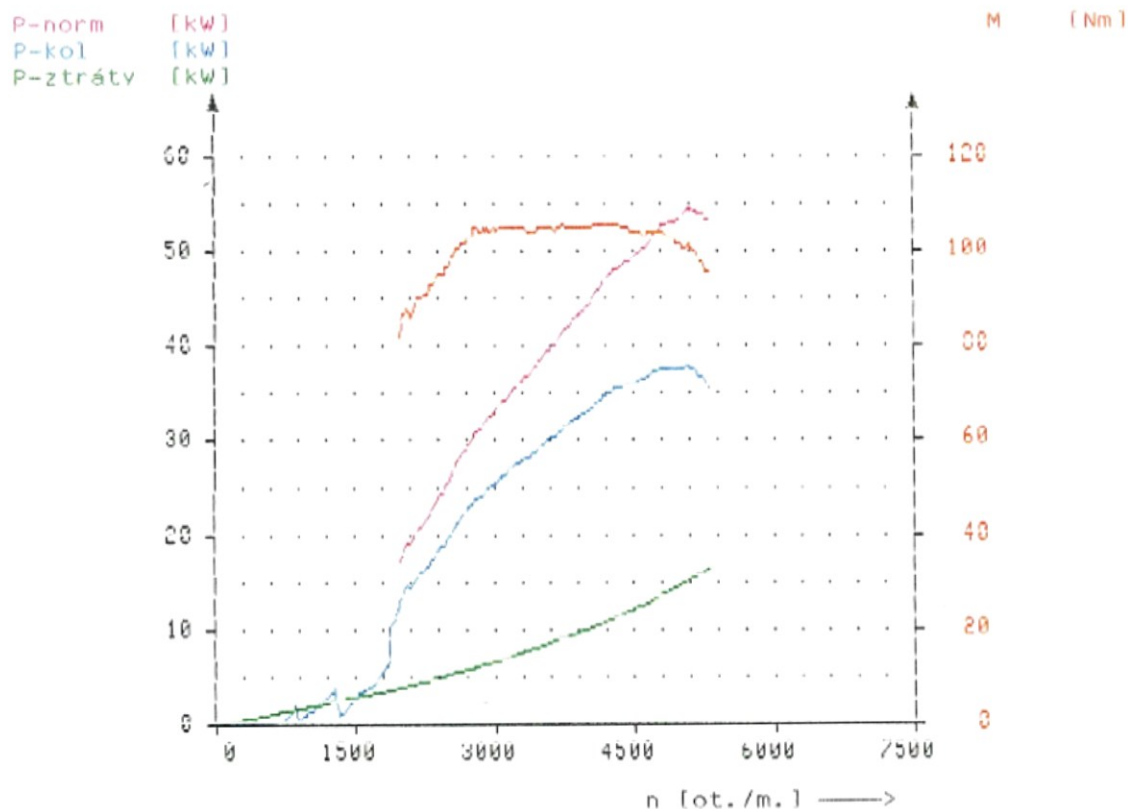
VSB-TU Ostrava, Institut dopravy
17 Listopadu 15
CZ - 70833 Ostrava

Typ vozidla : Skoda Felicia 3
Typ motoru : Zážehový motor
SPZ : OCM 1095
Technik : Galvas Jiri

Datum : 09.05.12

Čas : 10:28

Program-Verze V 1.40 Regulátor-Verze V 1.10 Měřicí Box-Verze V 1.05



Údaje o výkonu vozidla:

Korigovaný výkon P-norm : 55,0 kW (74,8 PS) dle Normy DIN 70020
Výkon motoru P-mot : 53,5 kW (72,7 PS)
Výkon na kole P-kol : 38,0 kW (51,6 PS)
Ztrátový výkon P-ztráty : 15,5 kW (21,0 PS)
Maximální výkon při 128 km/h případně 5120 ot./m.

Točivý moment M : 106 Nm
Maximální točivý moment při 94 km/h případně 3760 ot./m.

Maximální rychlost : 134 km/h
Maximální otáčky : 5360 ot./min

Tlak vzduchu	: 993 mbar	Teplota vzduchu	: 24 °C
Tlak 1	: --- mbar	Teplota oleje	: 22 °C
Tlak 2	: --- mbar	Tepl.emis.plynů	: --- °C

7.3.4 Měření č. 4

MAWA Diagnostika výkonu

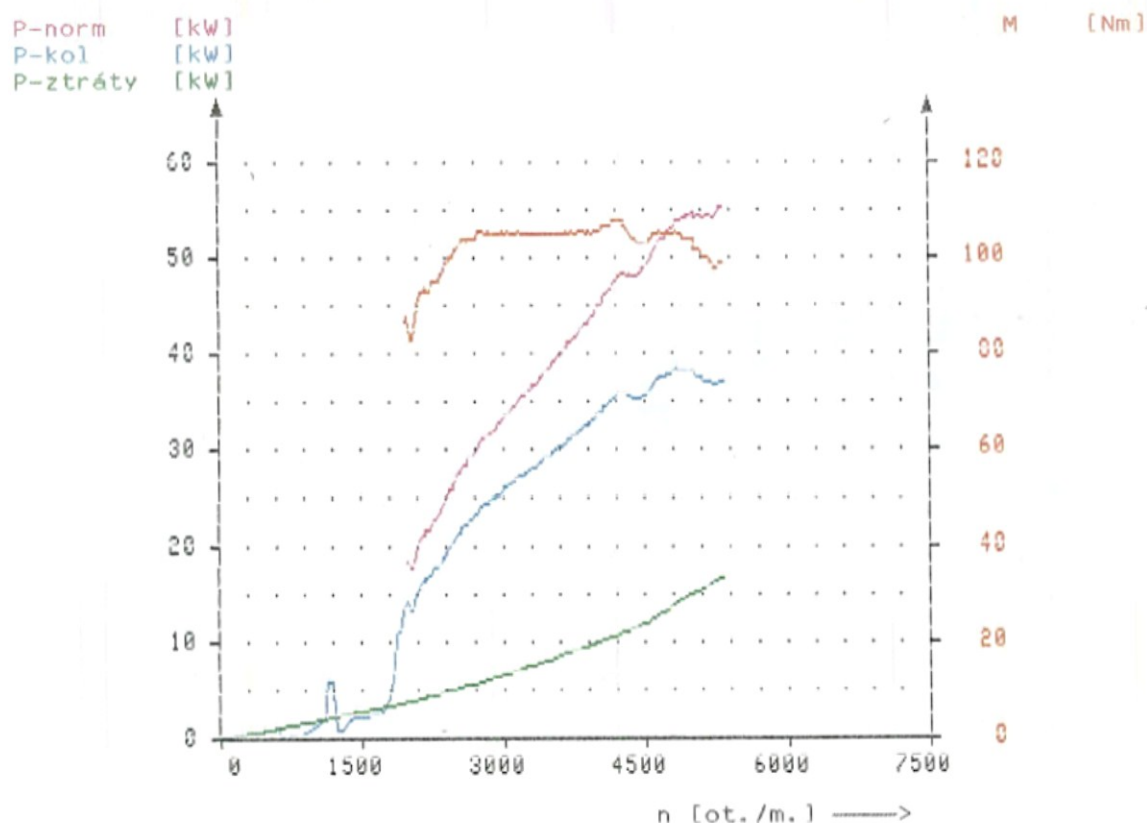
VSŠ-TU Ostrava, Institut dopravy
17 listopadu 15
CZ - 70833 Ostrava

Typ vozidla : Skoda Felicia 4
Typ motoru : Zážehový motor
SPZ : OCM 1095
Technik : Galvas Jiri

Datum : 09.05.12

Čas : 10:35

Program-Verze V 1.40 Regulátor-Verze V 1.10 Měřicí Box-Verze V 1.05



Údaje o výkonu vozidla:

Korigovaný výkon P-norm : 56,0 kW (76,1 PS) dle Normy DIN 70020
Výkon motoru P-mot : 54,5 kW (74,1 PS)
Výkon na kole P-kol : 37,5 kW (51,0 PS)
Ztrátový výkon P-ztráty : 17,0 kW (23,1 PS)
Maximální výkon při 135 km/h případně 5350 ot./m.

Točivý moment M : 108 Nm
Maximální točivý moment při 106 km/h případně 4200 ot./m.

Maximální rychlost : 135 km/h
Maximální otáčky : 5350 ot./min

Tlak vzduchu	:	993 mbar	Teplota vzduchu	:	25 °C
Tlak 1	:	--- mbar	Teplota oleje	:	22 °C
Tlak 2	:	--- mbar	Tepl.emis.plynů	:	--- °C

7.3.5 Měření č. 5



Diagnostika výkonu

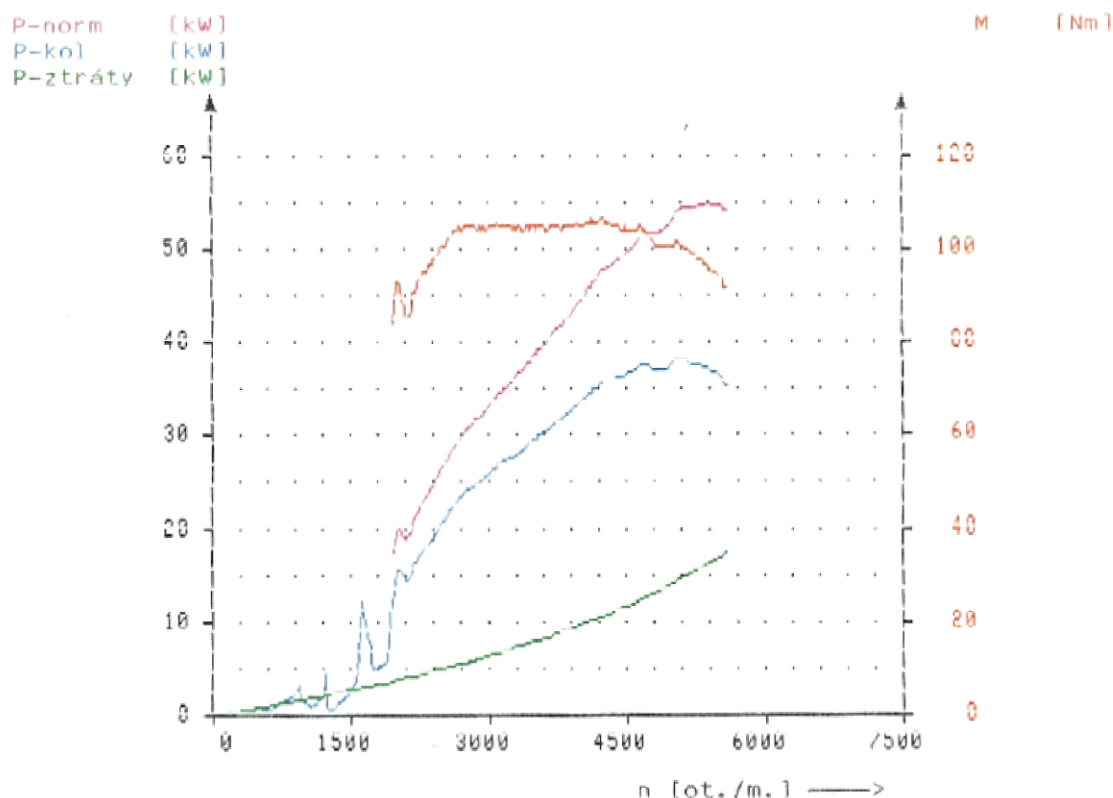
VSB-TU Ostrava, Institut dopravy
17. listopadu 15
CZ - 70833 Ostrava

Typ vozidla : Skoda Felicia 5
Typ motoru : Zážehový motor
SPZ : OCM 1095
Technik : Galvas Jiri

Datum : 09.05.12

Čas : 10:41

Program-Verze V 1.40 Regulátor-Verze V 1.10 Měřicí Box-Verze V 1.05



Údaje o výkonu vozidla:

Korigovaný výkon P-norm : 55,5 kW (75,4 PS) dle Normy DIN 70020
Výkon motoru P-mot : 54,0 kW (73,4 PS)
Výkon na kole P-kol : 37,5 kW (51,0 PS)
Ztrátový výkon P-ztráty : 16,5 kW (22,4 PS)
Maximální výkon při 136 km/h případně 5400 ot./m.

Točivý moment M : 107 Nm
Maximální točivý moment při 105 km/h případně 4170 ot./m.

Maximální rychlost : 142 km/h
Maximální otáčky : 5640 ot./min

Tlak vzduchu	: 993 mbar	Teplota vzduchu	: 25 °C
Tlak 1	: --- mbar	Teplota oleje	: 22 °C
Tlak 2	: --- mbar	Tepl.emis.plynů	: --- °C

7.3.6 Kontrola tachometru



Test tachometru

VSB-TU Ostrava, Institut dopravy
17 Listopadu 15
CZ - 70833 Ostrava

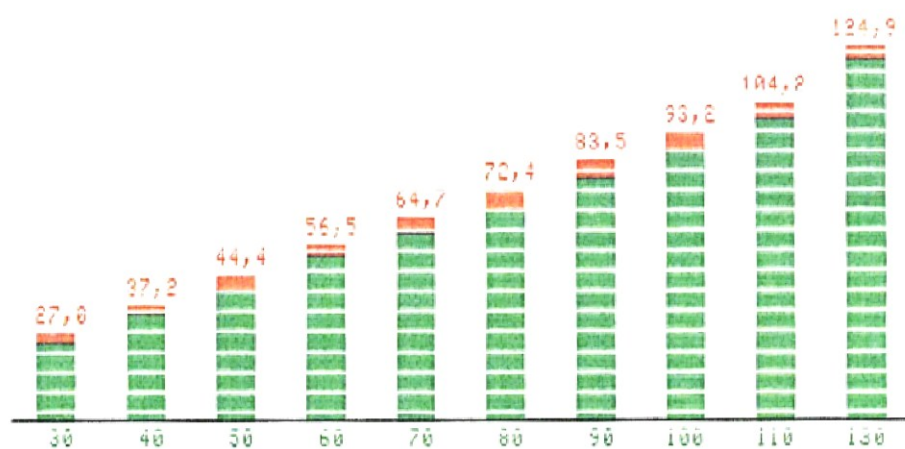
Typ vozidla : Skoda Felicia
Typ motoru : Zážehový motor
SPZ : OCM 1095
Technik : Galvas Jiri

Datum : 09.05.12

Čas : 10:50

Program-Verze V 1.40 Regulátor-Verze V 1.10 Měřicí Box-Verze V 1.05

Grafické znázornění :



Naměřené hodnoty - :

#	údai tach.	naměřená hodnota	#	údai tach.	naměřená hodnota
1.	30 km/h	27.0 km/h	6.	80 km/h	72.4 km/h
2.	40 km/h	37.2 km/h	7.	90 km/h	83.5 km/h
3.	50 km/h	44.4 km/h	8.	100 km/h	93.2 km/h
4.	60 km/h	56.5 km/h	9.	110 km/h	104.2 km/h
5.	70 km/h	64.7 km/h	10.	130 km/h	124.9 km/h